

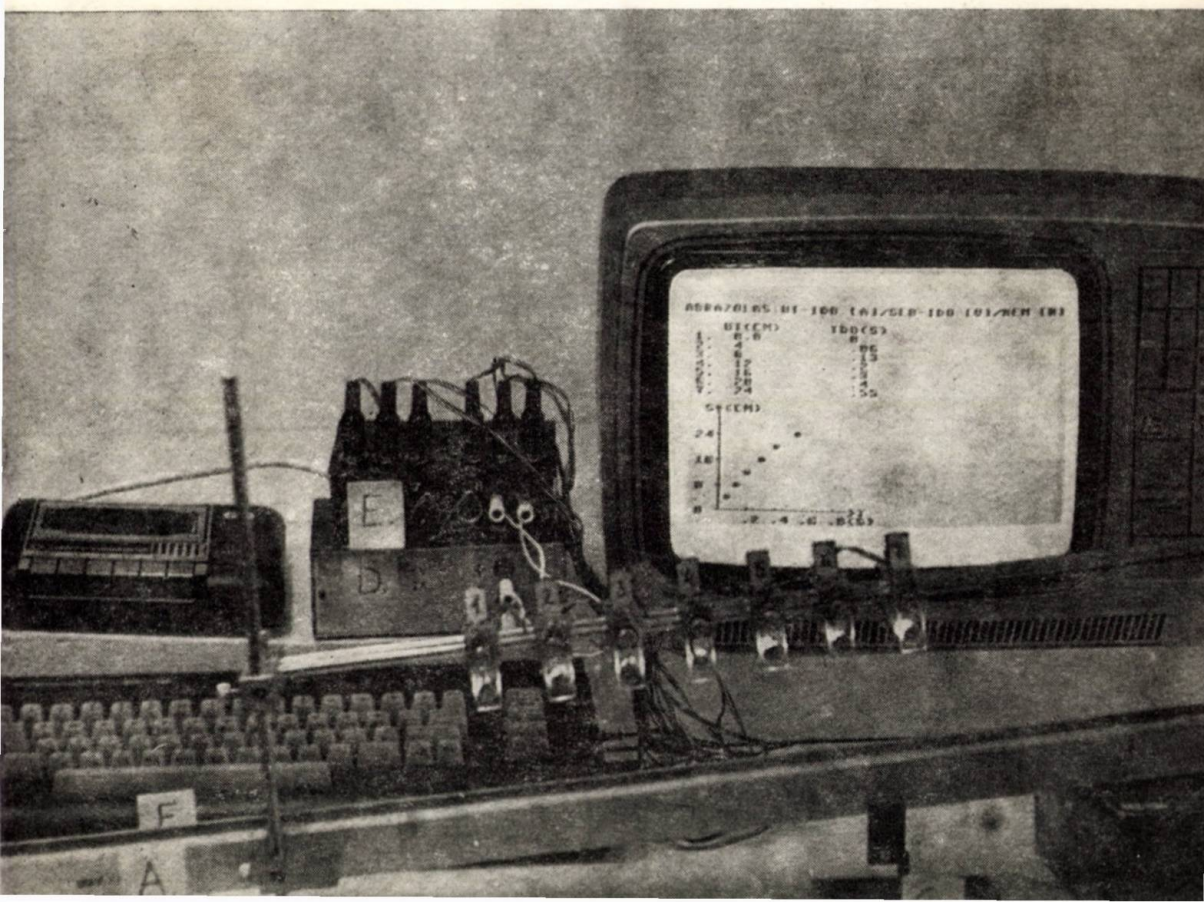
A

1 1987
XXVI. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA



A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:
DR. GECSŐ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC, KOVÁCS LORÁNT, DR. LITZ JOZSEFNE, DR. NAGY LÁSZLÓ, PÁHÁN ISTVÁN, DR. PAÁL TAMÁS, DR. TASNÁDI PÉTER, DR. VIDÓ IMRE, VIG ISTVÁN, DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ, DR. ZÁTONYI SÁNDOR.

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai Intézet 1406 Budapest, pf.: 33. Gorkij fasor 17—21. — Telefon: 211-200. — Kiadja: a Tankönyvkiadó, 1055 Budapest V., Szalay utca 10—14. — A kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető: bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél és a Posta Központi Hírlap Irodánál (postacím: Budapest V., József nádor tér 1. — 1900) személyesen vagy postautalványon, valamint átutalással, a KHI 315—06 162 pénzforgalmi jelzőszámra.

Előfizetési díj egy évre: 42,— Ft

Révai Nyomda Egri Gyáregysége,
Eger. Igazgató: Horváth Józsefné dr.
86 5007

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy közlésre szánt cikkeiket gépelve, két példányban küldjék meg a szerkesztőség fenti címére, a lakásuk és munkahelyük, valamint személyi számuk pontos feltüntetésével. — A papírlapnak csak egyik oldalára, kettes sortávolsággal írjanak! Egy-egy oldalra 30 sort gépeljenek! A sor hossza 66 betűhely. A cikkek terjedelme legfeljebb 6—8 gépelt oldal lehet. A rajzokat, táblázatokat külön lapon, megfelelő ábraszöveggel (aláírással) ellátva küldjék be!

Kéziratot nem örzünk meg és nem adunk vissza!

TARTALOM

Légrádi Imre: Évfordulók	1
Dr. Radnóti Katalin: Néhány gondolat az atomfizika gimnáziumi tanításához	6
Hevér Mihály — Szabó István — Dr. Harangozó István: A Millikan kísérlet szimulálása személyi számítógéppel	12
Somogyi Sándor: A minimális deviáció a prizmán	16
Dr. Záttonyi Sándor: Az általános iskolai óratervek és a fizikatanítás	18
Dobos Tamásné—Prikler Györgyné: Kémiai ismeretek felhasználása a 8. osztályos évvégi „Az anyagi és kölcsönhatás” c. fejezet összefoglalásához	22
Takács Gábor: A didaktikai alapelvek és az írásvetítő	24
Ötletsarok (H. Kovács Mária—Haramia László, Kósa József) .	29
Fórum	32

Címképünk: az Ötletsarok H. Kovács Mária — Haramia László cikkéhez. A lejtőn felfelé indított kocsis vizsgálatánál használt elrendezés. A kocsia pálya mellett mozgásirányban elhelyezve látható

Évfordulók

Fizikatörténeti események

50 évvel ezelőtt, 1937-ben

— dolgozta ki a három éve felfedezett Cserenkov-effektus elméletét *Tamm* és *Frank*. Addig is ismeretes volt, hogy a gyorsulva mozgó elektron elektromágneses hullám kisugárzása révén energiát ad át környezetének. A Cserenkov-sugárzás ettől eltér. Ez akkor észlelhető, ha az elektron igen nagy sebességgel mozog folyékony vagy szilárd közegben, mégpedig akkora sebességgel, amely nagyobb, mint a fénynek a fázissebessége az illető közegben. Természetesen, a relativitáselméletnek megfelelően, az elektron sebessége nem lehet nagyobb a fény vákuumbeli fázissebességénél. Ha például vízről van szó, amelynek optikai törésmutatója 1,33, akkor a benne mozgó elektronok Cserenkov-sugárzást keltenek, ha sebességük nagyobb 225 000 km/s-nál, és persze kisebb 300 000 km/s-nál. Ez megvalósul az atommagreaktor moderátorvizében, ahol kékes derengésként látható, hasonlóan a régi kislülési csövek ködfényéhez. Az effektus elméleti leírásához szükség van a közeg dielektromos állandójára, amely kapcsolatban áll az optikai törésmutatóval. Ebből a tényből fakad az, hogy egészen pontos elméleti leírást nem sikerült adni róla. Cserenkov-típusú sugárzás egyébként más részecskék és más közegek esetén is fellép. A kékes fény leegyszerűsítve úgy magyarázható, hogy a vízben haladó elektron polarizálja a környezetében lévő atomokat, s azok az így nyert energia révén fényt bocsátanak ki. A mozgó elektron, mivel sebessége nagyobb a fény fázissebességénél, egy körkúpot „húz” maga után. Ennek a körkúpnak a palástja a gerjesztett atomokból kilépő fényhullámok burkolófelülete. A kúp nyílásszöge kifejezhető az elektron sebességével, illetve a törésmutatóval.

Ez a tény szolgáltatja a Cserenkov-effektus egyik gyakorlati alkalmazását: nagysebességű elektronok sebességének mérését. Az effektussal járó fény pedig fotoelektron-sokszorozóval felfogva a részecskék megszámlálását teszi lehetővé.

— figyelte meg először a kozmikus sugárzás detektálásakor fellépett „csillag”-ot *Blau*, illetve alkotta meg a kaszkád záporok elméletét *Bhabha* és *Oppenheimer*.

— állította elő a technéciumot mint első mesterséges elemet *Segre*. Molibdént bombázott nagy energiájú deutronokkal, s megkapta a természetben elő nem forduló 43. elemet.

75 évvel ezelőtt, 1912-ben

— alkotta meg az expanziós ködkamrát *Wilson*.

— végzett először röntgeninterferenciás vizsgálatokat kristályokon *Friedrich* és *Knipping*. A mérés elméleti alap gondolatát *Laue* adta, és az elméleti feldolgozást is ő végezte.

- találta fel Berliner a gramofont.
- találta fel a többfázisú váltakozóáramú motort *Tesla*.
- alkotta meg a nagy hőmérsékletek mérésére használható hőelemét *Le Chatelier*.
- vizsgálta a lövés hangjának terjedését, illetve készített a lövedékről fotogrammot *Mach* és *Salcher*.
- végzett nagy jelentőségű kísérleteket a nagyfrekvenciás elektromos rezgések vizsgálatára vonatkozólag *Hertz* (Heinrich).
- állapította meg *Elbert*, hogy a fény terjedési sebessége független az intenzitástól.
- végezte híres kísérletét az éterszél kimutatására vonatkozólag *Michelson* és *Morley*. A kísérleti eszköz alapgondolata közismert, de a legtöbb könyvben csak nagy vonalakban van leírva. Igen tanulságos elolvasni Allen Nussbaum és Richard A. Phillips *Modern optika* című könyvében a 6. fejezetet, ahol egészen gyakorlati ismertetés van a Michelson-féle interferométerről, illetve más interferométerekről. Egyúttal egy csomó elméleti ismeretünk alkalmazásával is találkozunk. Ugyancsak hasznos elolvasni Jánossy Lajos *Relativitáselmélet a fizikai valóság alapján* című könyvének idevágó, 26—21. pontját. Talán az is érdekes, hogy szinte „ősidők” óta fennálló éterproblémához kísérleti szempontból hogy nyúlt hozzá a kétszáz évvel korábbi előd, *Newton*. Leírása a *Principiában* megtalálható. (Úgy vettem észre, hogy iskolai könyvtárainkban inkább a Principia német változata található meg, ha van egyáltalán. Címe: Sir Isaac Newton's MATHEMATISCHE PRINCIPEN DER NATURLEHRE. Herausgegeben von Prof. Dr. Ph. Wolfers. Berlin, 1872. Ebben a II. könyv VI. fejezetének végén van Newton leírása arról a kísérletéről, amelyet azért végzett, hogy megállapítsa, mekkora ellenállást fejt ki a lengő ingára az éter.) A mi szemünkkel nézve bájos leírás a következő:

„Sokak véleménye szerint létezik egy bizonyos éteri és nagyon finom közeg, amely minden test lyukacsain és hozzáférhető helyein szabadon keresztülhalad; egy ilyen közegből, amely a test pórusain átáramlik, kell egy ellenállásnak származnia. Annak meghatározására, hogy a mozgó testekre a kísérletekben talált ellenállás teljes egészében azok külső felületén jön-e létre, vagy pedig a belső részek is a saját felületükön észrevehető ellenállást szenvednek-e el, a következő kísérletet gondoltam ki.

Egy 11 láb hosszú fonálra, amelyet egy acélgyűrű segítségével egy elegendően szilárd acélszegre akasztottam, ráerősítettem egy fenyőfa dobozt, hogy így egy fentebb említett hosszúságú ingát kapjak. A szeg a felső felén konkáv oldallapú pengévé volt kialakítva, így nagyon éles volt, úgy, hogy a gyűrű, amely a felső ívével a pengén nyugodott, teljesen szabadon mozoghatott. Alsó ívére volt a fonál erősítve. Az így előállított ingát kb. 6 lábnyira kimozdítottam függőleges helyzetéből, éspedig a szeg élére merőlegesen síkban, hogy így a gyűrű az inga lengése közben ne csúszkáljon ide-oda az élen. Ugyanis a felfüggesztési pontnak, amelyben a gyűrű a szeg élet érinti helyben kell maradnia. Ezután megjelöltem azt a helyet, ahová az ingát kitérítettem, és, miután elengedtem az ingát, a további három helyet is, ahová az első, a második, illetve a harmadik lengés után visszatért. Ezt többször megismételtem, minden helyet a legpontosabban megjelölve. Ezután a dobozt megtöltöttem ólommal és más nehéz fémekkel, ami kéznél volt. Előbb azonban megmértem az üres dobozt a fonálnak azzal a részével,

együtt, amely rá volt tekerve, illetve annak a fonálnak a felét is hozzávettem amely a doboz és a szeg között feszült. A függőleges helyzetéből kitérített fonál ugyanis súlyának csak felével hat az ingára. Mindezekhez hozzáadtam annak a levegőnek a súlyát, amely az üres dobozt töltötte meg. Az összes súly kb. $1/78$ részét tette ki a fémmel töltött doboz súlyának.

Mivel a teli doboz megnyújtotta a fonalat, azt összehúztam, hogy az eredeti ingahosszt visszaállítsam.

Most kitérítettem az ingát az előszörre megjelölt pontig, és elengedtem. Így megszámláltam 77 lengést, míg az a második, majd ugyanennyit, míg a harmadik, és éppen annyit, míg a negyedik pontig visszatért. Ebből azt a következtetést vontam le, hogy a megtöltött doboz teljes ellenállása az üreséhez nem nagyobb mértékben aránylik, mint $78 : 77$.

Ha ugyanis a két ellenállás egyenlő lenne, akkor a teli doboz, mivel az egy 78 -szor nagyobb erőnek van kitéve, mint az üres, az ő lengő mozgását éppen annyiszor hosszabb ideig tartaná meg, tehát mindig 78 lengés után térne vissza a megjelölt helyekre. Ez azonban már 77 lengés során megvalósult. Jelölje tehát A a doboz ellenállását a külső oldalán, B ugyanazt az üres doboz belső részében, és ha az ellenállás egyenlő sebességtű testek esetén a test belsejében lévő anyag ellenállást elszorító részecskéinek mennyiségével arányos, úgy a teli doboz belsejében az ellenállás $78B$ lesz. Továbbá $A+B$ lesz az üres doboz teljes ellenállása és $A+78B$ lesz a teli doboz teljes ellenállása, és írhatjuk, hogy

$$(A+B) : (A+78B) = 77 : 78, \quad \text{amiből } A : B = 5928 : 1.$$

Tehát az üres doboz belsejében fellépő ellenállás közel 6000 -szer kisebb annál amely a külső felületén lép fel. Erre annak a hipotézisnek a birtokában következtettünk, amely szerint a teli doboznak ez a nagyobb ellenállása nem valami más, rejtett okból, hanem egy bizonyos finom folyadéknak a dobozban lévő fémre való hatásából következik.

Ezt a kísérletet most emlékezetből közlöm, mivel az a papír, amelyre valamikor leírtam, elveszett. Így arra kényszerültem, hogy a számok tört részeit elhagyjam, mivel elfelejtettem őket. Az egész kísérletet megismételnem pedig nincs időm."

(Az idézett szöveg a Principia fent említett német nyelvű kiadásából való. Az én fordításom, melynek tökéletesítésével nem próbálkoztam, hiszen úgyszólván előző fordítások fordítása, így az esetleges félreértések bárholnan eredhetnek.)

Életrajzi adatok

75 évvel ezelőtt,

— 1912. március 2-án született Budapesten *Jánossy Lajos*. Budapesten és Berlinben tanult. 1939—47 között Londonban és Manchesterben dolgozott az egyetemen, 1947—50 között professzor Dublinban, 1950-ben hazatért Budapestre, 1956—70 között a KFKI igazgatója volt. Tudományos munkássága a kozmikus sugárzás fizikájára, a magfizikára terjed ki elsősorban. 1940-ben Rochesterrel együtt felfedezte és tanulmányozta az ún. kaszkád záporokat. 1943-ban kidolgozta a mezonoknak a kozmikus sugárzásban való keletkezésére vonatkozó elméletét. 1957-ben az egyes fotonok interferenciájára vonatkozó kísérleteket végzett. Egész életében foglalkoztatta az éter problémája őt is. 1973-ban jelent meg összefoglaló könyve erre

vonatkozólag, amelynek címét, fentebb a Michelson—Morley-kísérlet kapcsán említettük. E könyvében így kezdődik a Bevezetés: „E könyvben azokat a tényeket igyekszünk újraértékelni, amelyekre a speciális és általános relativitáselméletet építették fel. Ezen értékelés eredményeként ismeretünk egy matematikai formalizmust, amely matematikai szempontból pontosan egyenértékű a relativitáselmélet ismert formalizmusával. Az ismert jelenségeket elemző tárgyalás azonban bizonyos mértékben különbözik a szokásos tárgyalásmódtól; az ismeretek bemutatása jobban hasonlít a régi könyvekben és tankönyvekben található tárgyalásmódhoz, mint amelyek a modern könyvekben találhatók.

... Véleményem az, hogy a relativitáselmélet bizonyos természeti jelenségeket nagyon helyesen tükröz, az elméletnek azonban nincs köze a „tér és idő struktúrájához”. Ezért próbálkozom a fizikai jelenségek egy másfajta elemzésével.” Később, az éter kérdésével foglalkozva így ír: „Véleményünk szerint az a kérdés, hogy elektromágneses hullámok rendelkeznek-e hordozóval, független „az abszolút nyugalom” kérdésétől. Az „abszolút nyugalom” fogalma metafizikus fogalom, amelyet feltétlenül el kell vetni. Ez azonban nem érinti az éternek mint az elektromágneses jelenségek hordozójának szerepét.”

Munkássága a fizikai metodológiára is kiterjedt. Sokat foglalkozott a mérés problematikájával. Erre vonatkozó tekintélyes könyve *Mérési eredmények kiértékelésének elmélete és gyakorlata* címmel 1968-ban jelent meg.

A fizika tanításának minden szintjén segítséget nyújtott mindnyájunknak. Korai halála, amely 1978-ban éppen születésnapján következett be, nagy veszteséget jelentett a fizika népszerűsítésével foglalkozók számára is.

100 évvel ezelőtt, 1887.

- április 1-én született *Pogány Béla*. Göttingenben doktorált. 1923-tól Budapesten műegyetemi professzor volt. Munkássága az optika, az elektromosság, a ferromágnesség és az atomfizika területére vonatkozó magas színvonalú könyvek írására terjedt ki. Például az 1927-ben megjelent az elektromágneses tér című könyve még ma is forrásul szolgálhat. 1943. december 23-án halt meg.
- május 27-én született *Kazimierz Fajans* lengyel származású kutató. Alapvető kutatásokat végzett a radioaktivitás, az izotópok és a kémiai kötés terén. Soddy-tól függetlenül fogalmazta meg 1913-ban az eltolódási törvényt, amelyet kettőjük nevével szoktunk megjelölni. Több radioaktív izotópot tárt fel, például az urán- X_2 -t.
- augusztus 12-én született Bécsben *Ervin Schrödinger*, osztrák fizikus. A bécsi egyetemen tanult, de utána sok helyen megfordult. Kezdetben a bécsi, aztán a jénai egyetemen dolgozott, később professzor Stuttgartban, majd Bresslauban. Azután Zürich, Berlin, Oxford, Graz és Dublin egyetemén tevékenykedett, végül, 1957-től ismét a bécsi egyetemen volt professzor. Tudományos munkássága a statisztikus fizika, kvantumelmélet, ill. kvantummechanika, továbbá az általános relativitáselmélet területére esik. További munkái a mezonok algebrájában, termodinamikában és a nem lineáris elektrodinamikában jelentek meg. Foglalkozott azonban a genetikával, az élet lényegének kérdéseivel, a görög filozófiával és még versekkel is. 1949-ben verses kötete jelent meg német és angol nyelven írt verseiből.

A hullámmechanikára vonatkozó alapvető írásai 1926-ban látták napvilágot. Öt dolgozata jelent meg ez évben az *Annalen der Physik*ben, de közben egy újabb dolgozatot arra szánt, hogy kimutassa a hullámmechanika és a heisenbergi mátrixmechanika ekivalens voltát. 1933-ban kapott Nobel-díjat. 1961. január 4-én halt meg.

- július 22-én született Hamburgban Gustav Ludvig *Hertz*, Heinrich Hertz unokaöccse. Dolgozott — többek között — Phillips izzólámpa laboratóriumában, Eidhovenben, 1920—25 között, 1935—45 között vezette a Siemens gyárak tudományos laboratóriumát. 1945—54 között a Szovjetunióban is dolgozott. 1955—60 között a leipzigi egyetem fizikai intézetének igazgató professzora.

Alapkatatásokat végzett a spektroszkópiában. 1913—17 között Franckkal együtt több kísérletet végzett elektronoknak atomokkal való ütközésére vonatkozólag. Kísérleteikkel először bizonyították be, hogy az atomban diszkrét energiaszintek léteznek. Ezzel igazolták Bohr kvantumposztulátumait, illetve az atom kvantumteóriáját. Tanulmányozta az elnyelési röntgenspektrumokat. 1920-ban szabályt állított fel az irreguláris dublettekre. (Hertz-szabály. Budó III. 380. old.) Foglalkozott a diffúzióval, elektronemisszióval, plazmafizikával, ultrahanggal és a félvezetőkkel. Kidolgozta az izotópok diffúzió útján való szétválasztásának módszerét.

200 évvel ezelőtt, 1787.

- március 6-án született Strubingban Joseph *Fraunhofer* német fizikus. Optikus-mechanikusként kezdte pályáját 1806-ban. Kiváló gyakorlati optikus volt. Csak 1823-ban került a müncheni egyetemre. Tudományos munkái a fizikai optikára vonatkoznak. Jelentős eredményeket ért el az akromatikus lencsék alkotásában és a diszperzió kutatásában. Kidolgozta a meglehetősen nagy és tiszta korona és flintüvegek előállításí módját. Gépet szerkesztett akromatikus lencsék csiszolásához, spektrumétert konstruált, továbbá készített még akromatikus mikroszkópot, okulármikrométert és diffrakciós rácsot. Felfedezte a Nap színképében lévő elnyelési vonalak jelentős részét, megmérte hullámhosszukat. Az optikai üveganyagok törésmutatójának pontos méréséhez megalkotta a prizmás módszert. Münchenben halt meg, 1826. június 7-én.

- március 16-án született Erlangenben Georg Simon *Ohm*, német gimnáziumi tanár. 1833-tól professzor Nürnbergben, majd Münchenben. Munkássága az akusztika (akusztikus Ohm-törvény), az optika, kristályoptika és az elektromos ára területeire esik. Elektromos törvényéről már megemlékeztünk 1977-ben. 1842-től a londoni akadémia tagja. 1854. július 7-én halt meg.

250 évvel ezelőtt,

- 1737. szeptember 9-én született Luigi *Galvani* olasz orvos. Békacombkísérletei közismertek.

Néhány gondolat az atomfizika gimnáziumi tanításához

Az új tanterv bevezetésével igen komoly részt kapott a modern fizika, ezen belül is az atomfizika a gimnáziumi oktatásban, a negyedik osztályban. Az utábbi években sok iskola tért át a kéthetes órarendről a hetes órarendre, mely a negyedik osztályban igen érzékenyen érintette a fizikát, hiszen az óraszám csökkent, a tananyag viszont nem.

Ebben a cikkben néhány ötletet kívánok adni arra, hogy hogyan lehet — véleményem szerint — az alsóbb évfolyamokban ezeknek az ismereteknek egy részét megtanítani, illetve előkészíteni. Milyen előzetes ismeretekkel kell rendelkeznie a tanulónak?

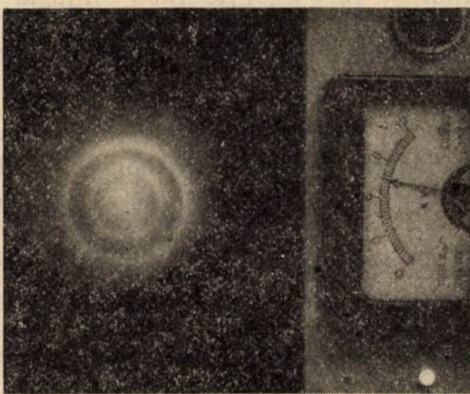
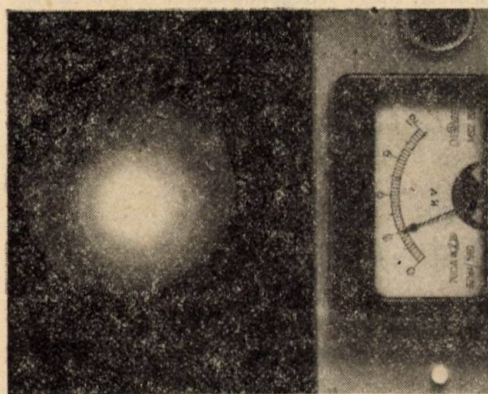
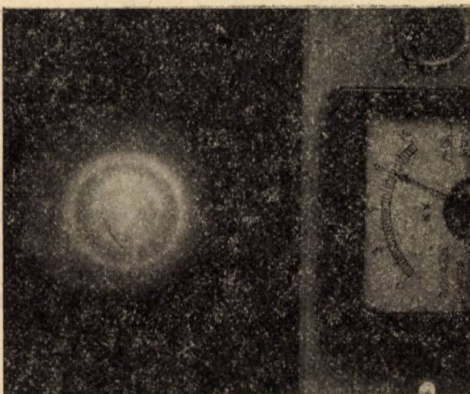
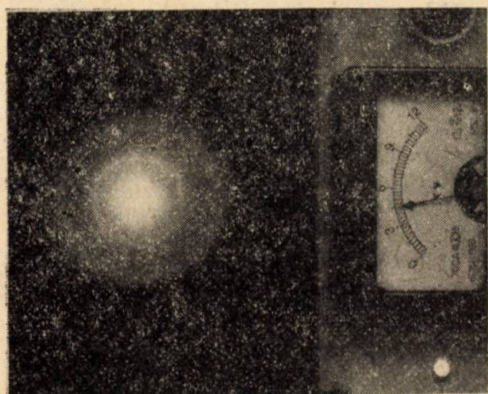
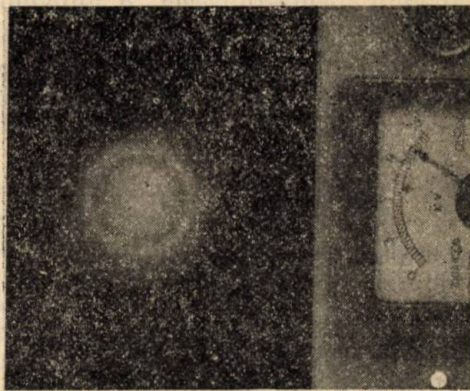
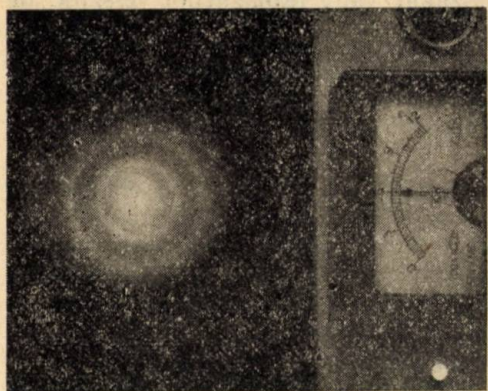
A fényvel és az elektronnal kapcsolatos kísérletek jelentős részét, a *tapasztalatszerzést*, már a *harmadik* osztályban elkezdhetjük. Az év elején *kémiából* az elektrokémia tanításánál meg lehet határozni az *elektron töltését* az *elektrolízis* módszerrel. A fajlagos töltés, illetve a tömeg meghatározása a mágneses mező tárgyalásakor kerülhet elő mint gyakorló feladat *fizikaórán*, a második félévben. Az első félévben viszont a hullámtani fejezettel a hullámmodellt lehet előkészíteni. A hullámcsomag fogalma igaz, apróbetűs rész, mégis meg kell tanítani, hiszen az állapotfüggvény bevezetésekor szükség lesz rá. Fontos továbbá az állapotfüggvény bevezetésekor szükség lesz rá. Fontos továbbá az állóhullámok ismerete, lehetőleg a szappanhártyás kísérlet bemutatásával együtt. A fejezet végén lehetne foglalkozni a *hullámoptikai* jelenségekkel is, a fény hullámmodelljét használva. Ekkor érdemes megcsináltatni a hullámhosszmérést is tanuló kísérletként a különböző színek esetében. Utána meg lehet említeni az *elektroninterferenciát* is esetleg hullámhosszméréssel egybekötve. Az év végi ismétlésnél ezeket a kísérleteket érdemes még egyszer megnézni, az elektroninterferenciát pedig a *Planck-állandó* meghatározásával kibővíteni. Változtatva a katódsugárcsőben a gyorsító feszültséget, az interferenciakép változik az ernyőn. Minél nagyobb feszültséggel gyorsítjuk az elektronokat annál kisebb a gyűrűk átmérője. Az átmérő l mérésével meghatározható az elektron hullámhossza: $\lambda = \frac{dl}{2D}$, ahol d a grafit rácásállandója, D pedig az ernyő távolsága a grafitlemeztől. A gyorsítófeszültség U ismeretében az elektron lendülete számolható $p = \sqrt{2me \cdot U}$.

Néhány mérést végezve felfedeztetjük a tanulókkal λ és p között a fordított arányosságot $\lambda \cdot p = \text{állandó}$, a szorzat értéke pedig a Planck-állandó.

Harmadik osztályban év végén tanítható a *fotoeffektus* is, melyet szintén összeköthetünk a Planck-állandó mérésével. Értékét az ismert összefüggés

alapján határozhatjuk meg:
$$h = \frac{e(U_1 - U_2)}{\nu_1 - \nu_2}$$

. Itt a legnagyobb problémát a monokromatikus fény létrehozása okozza. Ez színszűrő és higanygőzlámpa segítségével megoldható. Különböző színű fényt bocsájtva a fotocellára, mérjük a



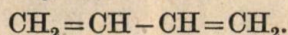
1. ábra

kialakuló ellenfeszültséget. A hullámhosszakat vagy táblázatból vesszük, de ha van rá lehetőségünk, spektrométerrel mérjük.

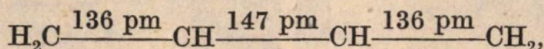
A negyedik osztályban a fizikát célszerű az atomfizikával kezdeni, hiszen a harmadikos anyag ismétléseként összefoglalhatjuk a fényről és az elektronról tapasztaltakat, és máris bevezethetjük az *állapotfüggvényt*, melyet gyakran hullámfüggvénynek is nevezünk.

Mint azt egyetemi tanulmányainkból tudjuk, jól használható elmélethez csak akkor jutunk, ha megtaláljuk azt a törvényt, melynek segítségével az állapotfüggvény bármilyen probléma esetében meghatározható. Erre a Schrödinger-egyenletet használtuk. Egzakt megoldást ugyan csak a legegyszerűbb esetekben kaptunk, szabad részecskék esetében a de Broglie-hullámok, a hullámcsomag adódik, igazi jelentősége azonban abban van, hogy segítségével kötött részecskék, például az atomban, molekulában *kötött elektron állapotfüggvénye* is meghatározható. Ebben az esetben időben állandó, stacionárius megoldásfüggvényeket keresünk. Ezek az állóhullámok, melyek sokszor intuitív úton is felírhatók, így néhány egyszerűbb problémát a Schrödinger-egyenlet megoldása nélkül is tárgyalhatunk. A gimnáziumban csak ilyen problémákkal foglalkozunk. Először olyan elektronok állapotfüggvényeit vizsgáljuk, melyeket a lehető legegyszerűbb módon teszünk kötötté, egy merev falú képzeletbeli *dobozba* zárjuk ezeket. Tovább egyszerűsítve a problémát, *egydimenziós* dobozt vegyünk, amit úgy fogalmazhatunk meg, hogy a részecske potenciálja a $0 \leq X \leq a$ tartományon belül zérus, ezen kívül pedig végtelen nagy. Megoldásként a jól ismert a hosszúságú, mindkét végén befogott rugalmas húron kialakuló állóhullámok adódnak a hullámfüggvényre, energiájára pedig $E = -\frac{h^2}{8ma^2} \cdot (k+1)^2$, ahol m az elektron tömege, h a Planck-állandó, k pedig a csomók száma (kvantumszám).

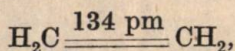
Tanítványaink ilyen elektronállapotokkal találkozhatnak már *második* osztályos korukban a szerveskémia-órákon, amikor is az 1,3 butadién nevű molekulát tanulják. Ez a legegyszerűbb konjugált polién, mely kifejezés alatt olyan molekulákat értünk, ahol a szénatomok között egyes és kettős kötések váltakoznak. A molekula összegképlete C_4H_6 , szerkezetét a következőképp szokás ábrázolni:



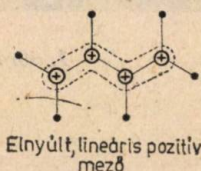
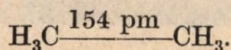
Azonban ebben a molekulában nincsenek ténylegesen egyes és kettős kötések mint az a kötéshossz értékéből is kiderül



míg az eténmolekulában, ahol ténylegesen kettős kötés van



és az etánmolekulában, ahol ténylegesen egyszeres kötés van



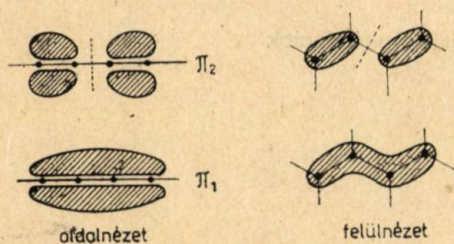
- H - atomtörzsek
- ⊕ C - atomtörzsek
- | vonallal jeleztük a π -kötő elektron párokat

A két π -kötést létesítő elektronpár delokalizálódik az 1,3 butadiénmolekulában az úgynevezett σ -vázon, ami lineáris pozitív erőterként hat (2. ábra).

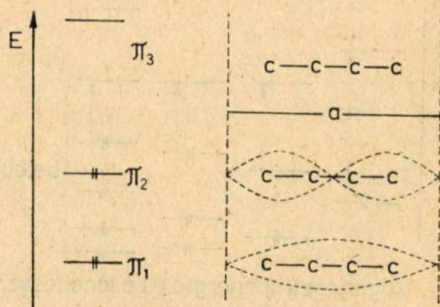
2: ábra

Ha négyszeresen pozitív töltésű σ -vázhoz gondolatban hozzáadunk egy elektront, az végig a σ -váz síkjának két oldalán helyezkedik el. (A σ -váz síkja csomósík az elektron számára, mivel a Pauli-elv értelmében oda már nem kerülhet.) Ez delokalizált π -állapot, hiszen az elektron nem lokalizálódik két szomszédos atomhoz, hanem delokalizálódik az egész lánc mentén, ami a mozgási energia kicsisége miatt kedvező.

A π_1 állapotba kettő, a π_2 állapotba a Pauli-elvnek megfelelően szintén két elektron kerülhet.



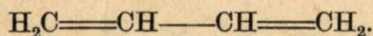
3. ábra



A hullámfüggvény alakja

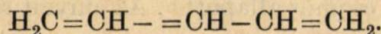
A húrmodellt alkalmazva a következő állapotfüggvények rajzolhatók föl (4. ábra).

Az elektron megtalálási valószínűsége (φ^2) a molekulában a 4. ábrán látható. Az 1,3 butadién elektron-szerkezetét ezért a következőképp is szokták ábrázolni:

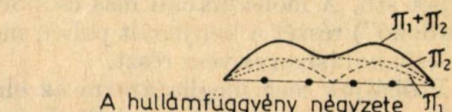


Ennek ellenére használhatjuk a $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ képletét, de tudnunk kell, hogy ez nem fejezi ki az elektroneloszlás minden finomságát.

A konjugált polinék következő tagja az 1,3,5-hexatrién:

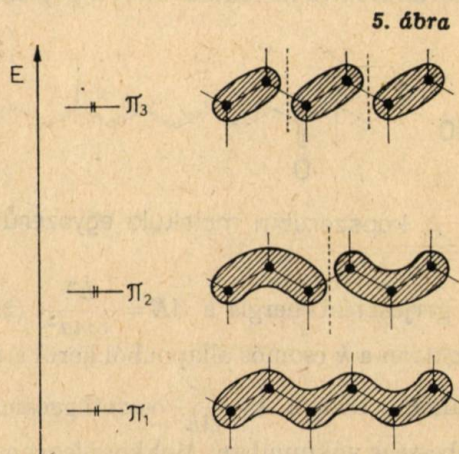


A lánchossz növekedésével az energiaszintek az 5. ábrán látható módon alakulnak.



4. ábra

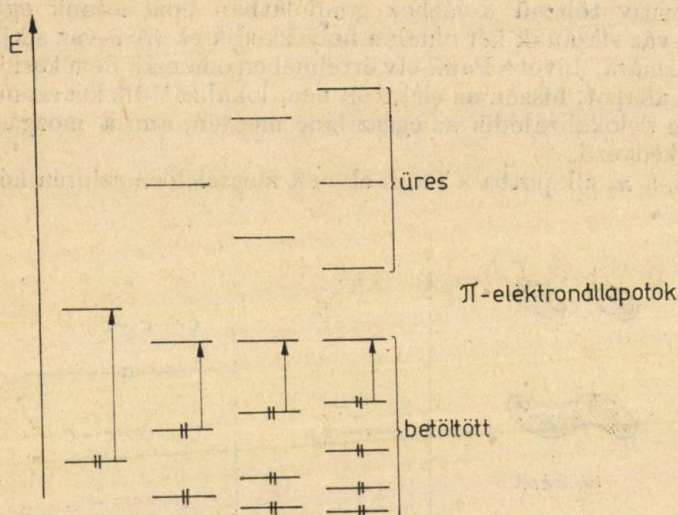
A hullámfüggvény négyzete



5. ábra

1, 3, 5 hexatrién π -elektronjail

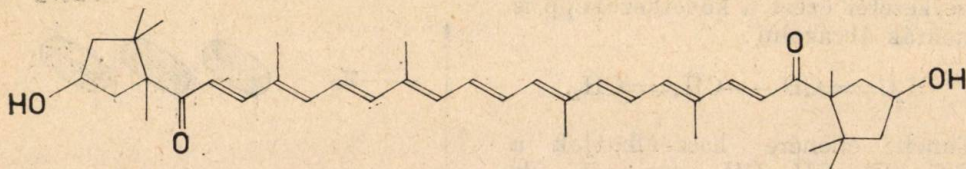
Amint az a 6. ábrából kiderül, a gerjesztési energia a lánchossz növekedésével csökken. A nyolc konjugált kettős kötést tartalmazók már elnyelik az ibolyafényt, így ezek halványzárván színűek. A lánchossz további növekedésével az elnyelt fény a kék, zöld, sárga narancssárga, vörös irányába tolódik el, a vegyület színe pedig ennek megfelelően egyre mélyül. A természetben sok konjugált polién-típusú vegyület fordul elő, különösen növényekben. Ilyen a liko-



A gerjesztési energia és a lánc hossz viszonya

pin, amely a paradicsom vörös színét adja, a karotinok, melyek a répa színét adják stb. A molekulában más csoportok is találhatóak, de a kromofor („színhordozó”) részét a konjugált polién molekularészlet adja, mivel a fénnel való kölcsönhatásban ez vesz részt.

Próbáljuk meg meghatározni az elnyelt fény hullámhosszát néhány molekula esetében egyszerű modellünk segítségével! Az első példa legyen a kapszorubin nevű molekula, mely a paprika piros színét okozza.



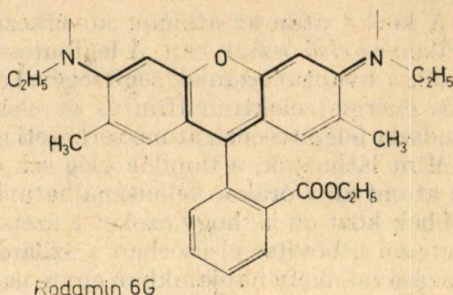
A kapszorubin molekula egyszerűsített képlete

7. ábra

A gerjesztési energia a $\Delta E = \frac{h^2}{8ma^2} (2k+3)$ összefüggéssel számolható, ahol a elektron a k csomós állapotból kerül a $(k+1)$ csomós állapotba. Az elnyelt fény hullámhossza a $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$ összefüggéssel számolható, ahol c a fény terjedési sebessége vákuumban? Mekkora legyen a értéke? Az a a konjugált lánc hosszával egyenlő. Két szomszédos szénatommag távolságát vegyük kerekítve 140 pm-nek (bár tudjuk, a butadién példájából, hogy változó). Az n atomból álló lánc eleje és vége $(n-1)$ -szer ekkora távolságra van egymástól. Mivel a lánc két végén lévő szénatommagok vonzása nem válik rögtön nullává, a számolásnál mindkét végén egy-egy kötélhosszat hozzáadhatunk a lánc hosszához, ott húzzuk meg a meredek „falakat”. Vagyis $a = (n+1) \cdot 140 \text{ pm}$.

A kapszorubinmolekula közepén 18 szénatomból álló konjugált lánc van, tehát $n=18$, $k=8$, kilenc π -elektronpár delokalizálódik. Behelyettesítve az

összefüggésekbe az elnyelt fény hullámhosszára ≈ 1232 nm adódik. A valóságban ez 500 nm, tehát mindössze nagyságrendi egyezést kaptunk, de egyszerű modellünkkel ez igen kiváló eredménynek tekinthető. A következő két példában a festéklézerekben használt két molekula által elnyelt fény hullámhosszát próbáljuk megbecsülni. Az eltérés az előbbi példától abban van, hogy a kromofor rész még annyira sem tekinthető egyenesnek, mint a kapszorubin esetében.



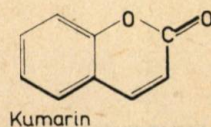
8. ábra

Az egyik példa a Rodamin 6 G molekula melyet a 8. ábrán láthatunk, és a kromoforrészt vastagabb vonallal jelöltük.

A kromofor rész nem egyenes voltát úgy vegyük figyelembe, hogy a szénatomok számát tekintve számoljunk kicsit kevesebbel. A lánc két végén levő nitrogénatomok is módosítják a szerkezetet, mivel jobban vonzzák az elektront, mint a szénatomok. Mondjuk egyszerű geometriai szemlélet alapján számoljunk $n=8$ -cal! A húron 5π elektronpár delokalizálódik, $k=4$. Számolásaink alapján az elnyelt fény hullámhossza $\approx 477,6$ nm. Ha $n=9$ -cel közelítünk, akkor $\approx 589,6$ nm-t kapunk. Az alkoholos oldat abszorpciója a tapasztalat szerint 532 nm körüli érték.

A másik példa a humarinmolekula (9. ábra).

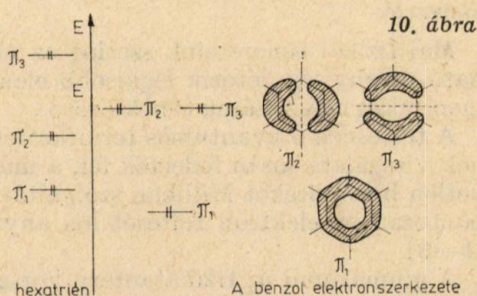
Hasonlóan az előbbi példához, szemléletes becslés alapján $n=6$ legyen és 3π -elektronpár delokalizálódik a molekulában. A húrmodell alapján 454 nm-t kapunk, ami elég jól egyezik a tapasztalattal.



9. ábra

A következő leckében már a kétdimenziós potenciáldoboz kerül tárgyalásra, ahol már olyan esetek is előfordulnak, hogy több (két) lényegesen különböző hullámfüggvényhez azonos energia tartozik, melyeket elfajuló vagy idegen szóval degenerált állapotnak nevezünk. Az egyik, talán legismertebb példa erre a benzolmolekula, melyet már első osztályban tanulnak kémiaórán tanítványaink.

Látszik, hogy a gyűrűs szerkezet következtében a harmadik π -elektronpár nem kényszerül magasabb energiaállapotba. Ezért a benzol összehullámhossza kisebb, mint a megfelelő nyílt láncú konjugált poliéné, ami magyarázza jóval kisebb reakciókészségét. Ez a stabilis elektronszerkezet az aromás szerkezet.



10. ábra

Háromdimenziós példaként először a kockába zárt elektront tárgyaljuk. Ha részletesebben akarunk foglalkozni ezzel a témával, érdemes, hiszen magfizikában a könnyű magok tárgyalásához ezt a modellt használjuk, az alkáli-halogenid-kristályok színcentrumairól lehet beszélni. A témáról részletesen Kovács László fakultatív tankönyvében olvashatnak a kollégák.

* A kocka után az atomok következnek, amiről igen sokat tanítunk kémia-órákon az első osztályban. A legfontosabbak ezek közül: atompályák és jellemzésük a kvantumszámok segítségével alak és energia szerint, Pauli-elv, ionizációs energia, elektronegativitás és elektronegativitás, továbbá a periódusos rendszer felépítésének atomszerkezeti magyarázata.

Mint láthatjuk, a tanulók elég sok előzetes ismerettel rendelkeznek, melyet az atomfizika-órákon felhasználhatunk. Ezeknek az óráknak a feladata tehát többek közt az is, hogy ezeket a szétszórt ismereteket rendszerezze, és természetesen kibővítsen elsősorban a szilárd testekkel, illetve ezek gyakorlati alkalmazásával, mely napjainkban egyre nagyobb jelentőségű.

IRODALOM

1. Gimnáziumi fizika- és kémiatankönyvek.
2. Fizika, szerkesztette Holics László, Műszaki Könyvkiadó, 1986.
3. *Kajtár Márton*: Változatok négy elemre. Gondolat, 1984.
4. *Kajtár Márton*: Miért piros a paprika? Természet Világa, 1977/10.
5. *Kovács László*: Félvezetők és ionkristályok néhány érdekes optikai tulajdonsága és alkalmazásuk. Műszaki Könyvkiadó, 1985.
6. *Radnóti Katalin*: Doktori ért. 1985.

HEVÉR MIHÁLY—SZABÓ ISTVÁN—DR. HARANGOZÓ ISTVÁN
KLTE Szilárdtest Fizika Tanszék, Debrecen

A Millikan-kísérlet szimulálása személyi számítógéppel

Bevezetés

Mai fizikai ismereteink szerint az elektromos töltés nem folytonosan osztható mennyiség, létezik legkisebb elemi töltés, amelynek minden más töltésmennyiség egész számú többszöröse.

A töltésnek e kvantumos természetét az elektrolízis Faraday-féle törvényeinek vizsgálata során fedezték fel, a múlt század második felében. Az első közvetlen bizonyítékot Millikan szolgáltatta, aki 1911-ben elsőnek határozta meg pontosan az elektron töltését kis anyagi részecskék töltésének mérése útján [1—3].

A gimnáziumi új fizikatanterv korszerű tananyagot ír elő. A IV. osztályos fizikaanyag statisztikus, atom-, mag- és asztrofizikai ismereteket tartalmaz. Az atomfizika második témája „Az elektron töltése és tömege”, és ennek kapcsán természetesen a Millikan-kísérlet [4]. A gimnáziumban e kísérlet eszköz és idő hiányában általában nem végezhető el. A megfelelő módon kialakított számítógépes kísérlet azonban gyorsan elvégezhető, a program tetszőleges alkalmal felhasználható, és a tanulók számára bizonyos élményt is nyújt.

A mérés alapelve

A síkkondenzátor lemezei közé porlasztás útján elektromosan töltött olajcseppet juttatunk be. A bevitt csepp akkor lesz egyensúlyban, ha a rá ható erők eredője 0. Esetünkben két erő hat a cseppre, a gravitációs erő és az elektromos tér ereje. Ha az elektromos tér iránya a gravitációs erőter irányával ellentétes, és a két erő nagysága egyenlő, akkor teljesül az előző feltétel. Ez nehezen valósítható meg, mivel nagyon körülményes a kondenzátorra kapcsolt feszültséget úgy beállítani, hogy a csepp éppen lebegjen. Ezért a gyakorlatban a dinamikus módszert alkalmazzuk [4, 5]. Ennek lényege, hogy a gravitációs térrel ellentétes irányú elektromos erőteret hozunk létre, amelynek nagysága abszolút értékben nagyobb az előbbinél, és a részecske a fellépő súrlódási erő miatt állandó sebességgel fog mozogni. Az így kialakított erőterben mért sebességből a Stokes-törvény felhasználásával kiszámítható a csepp töltése az

$$e = 1219 \pi d \left(\frac{\eta_3}{\rho_0 - \rho_1} \right)^{1/2} (v_1 + v_2) \frac{v_1}{U}^{1/2}$$

egyenlet segítségével, ahol v_1 a kondenzátor feszültségmentes állapotában mért v_2 pedig a feszültség bekapcsolása utáni esés sebessége, η a levegő belső súrlódási együtthatója, U a kondenzátor feszültsége, ρ_0 és ρ_1 a csepp és a levegő sűrűsége [3, 5].

A szimulált kísérlet

A számítógép segítségével magát a jelenséget szimuláljuk. Minden eszköz-funkciót a gép tölt be, és a jelenséget a valóság törvényszerűségeinek megfelelően utánozza.

A program két lehetőséget kínál. (L, a túloldali folyamatábrát!)

1. Szimulált kísérlet és adat—kiértékelés.
2. Valós kísérleti adatok kiértékelése.

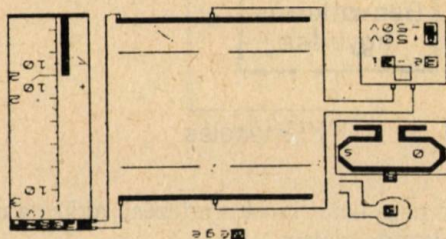
A program lehetőséget biztosít egy játékos versenyre is. Több felhasználó mérhet egymás után, a mérések végeztével a gép az eltér pontosság szerint rangsorolja őket.

A kísérlet leírását a program nem tartalmazza, a számítógépes kísérletezés is ugyanolyan felkészülést igényel, mint a manuálisan elvégzett.

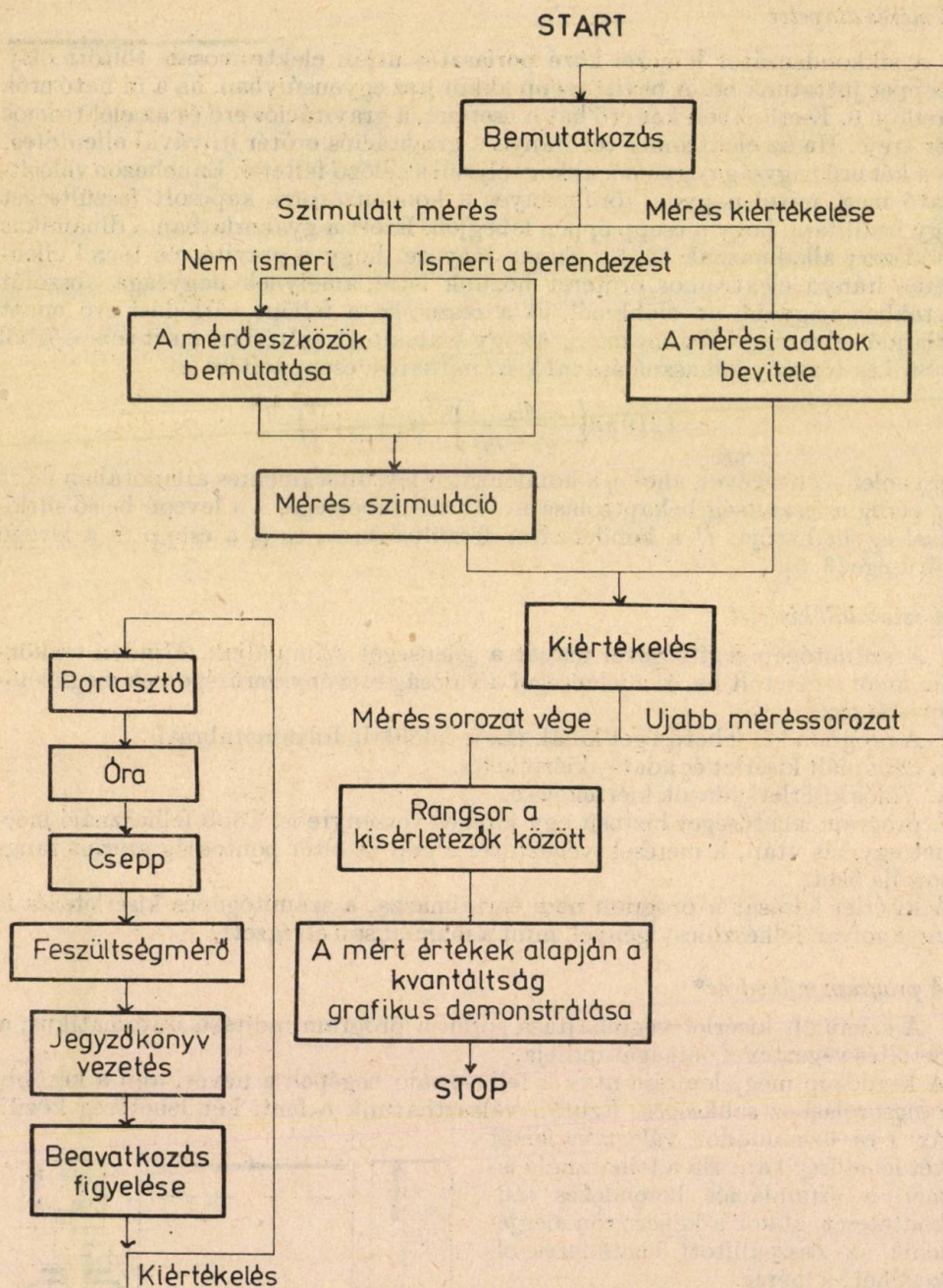
A program működése*

A szimulált kísérlet végrehajtása során a program indítása automatikus, a betöltés végeztével önmagát indítja.

A kezdőkép megjelenítése után a felhasználó begépel a nevét, ami a későbbi rangsoroláshoz szükséges. Ezután választhatunk a fenti két lehetőség közül. Az 1-es üzemmódot választva ismét két lehetőség van. Ha a felhasználó ismeri a szimulációs berendezés működtetését, akkor a képernyőn megjelenik az összeállított berendezés elkezdhető a mérés.



* A program teljes dokumentációját megkaphatják az érdeklődők a KLTE Szilárdtest Fizika Tanszékén.



Ha nem ismeri a berendezést, akkor a megjelenítés eszközként történik.

1. kondenzátor
2. feszültségforrás
3. feszültségmérő

A működést, működtetést a felhasználó a képernyőn megjelenő információk alapján kipróbálhatja.

4. stopper

Kipróbálási lehetőség most is van. A start és a stop funkciót ugyanaz a billentyű látja el. Az óra pontossága 0,02 s, az idő kiírása pedig kb. 0,2 másodpercenként történik.

5. porlasztó

Megjelenítésével fejeződik be a berendezése összeállítása. Ezután a gép instrukciókat ad a mérés megkezdésével és befejezésével kapcsolatban.

Pumpálás — kezdődik a mérés.

A pumpálás tulajdonképpen egy csepp sugarának és töltésének véletlenszám-generátorral való előállítását jelenti. Az első pumpálás helyezi üzembe a feszültséget szabályozó és a stoppert üzemeltető billentyűket is. Egy mérés elvégzése után a felhasználó eldöntheti, hogy jegyzőkönyvezi-e az adatokat vagy sem. A felhasználók száma, az egy cseppel való mérések száma és a cseppek száma elvileg korlátozott, de ez a felhasználhatóságot nem befolyásolja. Egy felhasználó 200 mérést végezhet, 100 cseppel. A felhasználók száma maximum 20, összesen 400 csepp adatait képes a gép tárolni és kiértékelni.

A mérés befejezése után kezdődik a kiértékelés (ha a felhasználó az elején a 2-es funkciót választotta, a mérési adatok bevitele után ugyanígy történik a kiértékelés). Az adatok bevitele cseppenként, lapozható formában történik. Először a táblázatba foglalt adatokat és a számított sebességeket jeleníti meg a gép, cseppenként lapozható formában. Majd az adatok átlagolása, a töltés számítása és táblázatba foglalása történik. Eközben a gép ellenőrzi, hogy a kiértékelés lehetséges-e, megvannak-e a szükséges mérési adatok. Ha valami hiányzik, értesíti a felhasználót. Az egy cseppre vonatkozó töltésértékeket is átlagolja, és felvilágosít a csepp tulajdonságairól. A táblázatba foglalás itt is cseppenként, lapozható formában történik. Miután minden cseppet kiértékelte, következhet az új felhasználó vagy a pontosság szerinti rangsorolás. Az új felhasználó nevének begépelésével kezdődik újra a mérés. A 19. felhasználót a gép külön jelzi. A pontossági rangsorban kiíródnak a felhasználók neve (max. 10 karakter), az általuk mért elemi töltés átlaga és az eltérés az egzakt értéktől %-ban. Az első lapon az első 10, a másodikon a többi jelenik meg. A rangsor készítése, egy csepp adatainak kiszámítása az egzakt elemi töltés ismeretében történt. Ezután a grafikus kiértékelés következik. Ahhoz, hogy ez szemléletes legyen, legalább 10 csepp szükséges, ha ennyi nincs, újabb méréseket kell végezni. A számítógép lehetőséget biztosít a számított töltésértékek módszeres kiértékelésére [6]. Az eddigiek során mindig nehézséget okozott, hogy a számított töltésértékekből hogyan határozható meg az elemi töltés. A kvantumos természet szembetűnő, de a legnagyobb közös osztó meghatározása problémát jelentett.

Grafikus kiértékelés

Tegyük fel, hogy egy csepp töltése $e_n = ke_0$, ekkor

$$e_0 = e_n/k.$$

Ennek a k -nak az ismerete számunkra nem szükséges, csak a k maximális értéke. Ez a gép által generált legnagyobb töltésszám, amely esetünkben 10. A valós kísérletnél előfordulnak ennél nagyobb töltéssel rendelkező cseppek is, de csak kis számban. A továbbiakban ezekkel nem számolunk. Ha e_n -t elosztjuk $k=1, \dots, 10$ -zel, látható, hogy valamelyik osztáskor e_0 értékét kapjuk

eredményül. A töltéstartományt osszuk fel intervallumokra, cellákra! Az osztások eredményei valamelyik cellába esnek. Célszerű a törtéértékek logaritmusát tekinteni, és a grafikonon ezt megjeleníteni. Ekkor az osztás során a töltések elosztása nem változik meg, nem tömörülnek össze, csak eltolódnak a kisebb értékek felé. Ha minden cseppre az osztogatást elvégezzük, és az eredményeket a megfelelő cellába helyezzük, az elemi töltést tartalmazó cellába fog kerülni a legtöbb hányados. Feladatunk tehát ennek a cellának a megkeresése és a cella hányadosainak átlagolása.

Összefoglalás

Tanítási cél az elemi töltés meghatározására vonatkozó Millikan-féle kísérlet szimulálása, amely az elemi töltés létezésének kísérleti bizonyításául szolgált. A kísérlet osztálytermi demonstráció vagy tanulóikísérlet keretében valósítható meg. A kísérletező szerepét a tanár és néhány tanuló láthatja el. A verseny lehetősége biztosítja, hogy a 10—15 mérés elvégzése, mely 25—30 percet vesz igénybe, ne legyen unalmas. A számítógép nem helyettesíti a közvetlen tapasztalatot. Azonban, bár az ismeret megszerzése itt is másodlagos tapasztalat során történik, a tanuló a tanulási folyamatnak nem passzív szemlélője, hanem aktív részese [7]. Az eszközzel való manipuláció, az adatok változtatása olyan aktív tevékenység, amelyet a valódi kísérletek végrehajtása során is el kell végezni. A szimulációs technika elsajátítása egyúttal közelebb visz a tudományos megismerés és kutatás módszereihez is.

IRODALOM

- [1] R. A. Millikan: Das Elektron Friedr. Vieweg, Braunschweig, 1922.
- [2] E. V. Spolszkij: Atomfizika I. kötet, Akadémiai Kiadó, Bp., 1956.
- [3] Budó A.: Kísérleti fizika II. kötet, Tankönyvkiadó, Bp., 1979.
- [4] Marchhartné Murányi E.: Az elemi töltés mérése a középiskolában. A fizika tanítása, 1980/4.
- [5] Szalay S.: Fizikai gyakorlatok II. kötet. KLTE TTK, egy. jegyz., Tankönyvkiadó, Budapest, 1980.
- [6] M. Güttermann, V. Halpern: Fizikai problémák kvalitatív elemzése, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985.
- [7] Hámori M.: Tanulás és tanítás számítógéppel. Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.

SOMOGYI SÁNDOR

tanár,

Győr, Jedlik Ányos Ipari Szakközépiskola

A minimális deviáció a prizmán

Az optika tanításában bekövetkezett változások gyakori felvételi feladattá tették a prizmaval kapcsolatos problémákat, így szükségszerű a prizma elméletével a korábbiaknál alaposabban foglalkozni. A tanárképzésben szokásosan használt tankönyvek [1], [2], [3], sőt klasszikus kézikönyvek [4], [5], sem tárgyalják részletesen a minimális deviációt, hanem megelégednek a végeredmény közlésével, illetve a megoldási módszerre utalással. Így célszerűnek látszik e témának egy egyszerű feldolgozása.

* * *

Mint ismeretes, deviációnak a prizmából kétszeri törés után kilépő monokromatikus fénysugár iránya és az eredeti irány közötti szöget nevezzük (1. ábra).

A fizikai realitásoknak megfelelően

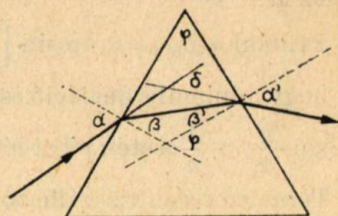
$$0 < \varphi < 180^\circ$$

$$0 < \alpha < 90^\circ$$

$$0 < \beta < \alpha$$

$$n > 1$$

A deviáció a jelölt adatokkal, ismert számítás után: $\delta = \alpha + \alpha' - \varphi$.



1. ábra. A deviáció értelmezése

A további vizsgálatok miatt célszerű a deviációt β függvényeként előállítani, felhasználva a Snellius—Descartes-törvényt:

$$\delta = \delta(\beta) = \arcsin(n \sin \beta) + \arcsin(n \sin(\varphi - \beta)) - \varphi,$$

ahol $0 < n \sin \beta < 1$ és

$$0 < n \sin(\varphi - \beta) < 1.$$

Adott n és φ esetén milyen β mellett van $\delta = \delta(\beta)$ -nak szélsőértéke³

a) Szükséges feltétel

$$\delta'(\beta) = \frac{n \cos \beta}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2 \beta}} - \frac{n \cos(\varphi - \beta)}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2(\varphi - \beta)}} = 0, \text{ vagyis}$$

$$\frac{\cos \beta}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2 \beta}} = \frac{\cos(\varphi - \beta)}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2(\varphi - \beta)}}.$$

Az egyenlet szimmetriájából azonnal következik, hogy $\beta = \varphi - \beta$, azaz $\beta = \frac{\varphi}{2}$ a feltételeknek megfelelő megoldás.

b) Elégséges feltétel

$$\delta''\left(\beta = \frac{\varphi}{2}\right) = \frac{n^3 \cos \varphi / 2 \sin \varphi}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2 \varphi / 2}} > 0 \text{ minden értelmes } n \text{ és } \varphi \text{ mellett.}$$

$\delta = \delta(\beta)$ -nak tehát minimuma van a $\frac{\varphi}{2}$ helyen.

Következmények

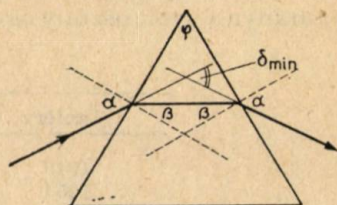
a) A minimum értéke: $\delta_{\min} = 2 \arcsin\left(n \sin \frac{\varphi}{2}\right) - \varphi$.

b) A minimális deviációhoz tartozó

— első beesési szög: $\alpha = \arcsin\left(n \sin \frac{\varphi}{2}\right),$

— második beesési szög: $\beta' = \varphi - \beta = \frac{\varphi}{2},$

— második törési szög: $\beta' = \arcsin\left(n \sin \frac{\varphi}{2}\right).$



c) A minimális deviációt szenvedő fénysugár (az ún. szimmetrikus haladás) ábrázolása tehát (2. ábra).

2. ábra. A minimális deviáció sugármenete

Megjegyzések

a) Például a $\delta_{\min} = 2 \arcsin \left(n \sin \frac{\varphi}{2} \right) - \varphi$ formulából azonnal következik,

hogy minimális deviáció csak

$$\sin \frac{\varphi}{2} \equiv \frac{1}{n} \text{ esetén jöhet létre.}$$

b) Természetesen vizsgálható közvetlenül $\delta = \delta(\alpha)$ is:

(1) $\delta = \delta(\alpha) = \alpha + \arcsin \left(n \sin \left(\varphi - \arcsin \frac{\sin \alpha}{n} \right) \right) - \varphi$, vagy más (gyakrabban előforduló) formában

(2) $\delta = \delta(\alpha) = \alpha + \arcsin (\sin \varphi \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} - \cos \varphi \sin \alpha) - \varphi$.

A számításokat (1) alapján is elvégeztem, de ez az előbbieken közölt gondolat menetnél lényegesen hosszadalmasabb munkát igényelt.

IRODALOM

- [1] Dr. Budó—Dr. Mátrai: Kísérleti fizika III. Tankönyvkiadó, 1977.
- [2] Dr. Mátrai—Dr. Patkó: Fénytan. Tankönyvkiadó, 1976. (Jegyzet a Tanárképző Főiskolák számára.)
- [3] Levius—Tasnádi: Általános fizika. (Fénytan) Tankönyvkiadó, 1978. (Jegyzet, ELTE)
- [4] F. Kohlrausch: Lehrbuch der Praktischen Physik. Teubner, 1910. Lipcse—Berlin.
- [5] F. Kohlrausch: Praktische Physik. Teubner, 1951. Lipcse.

DR. ZÁTONYI SÁNDOR
OPI

Az általános iskolai óratervek és a fizikatanítás

Az általános iskolai fizikatanítás, -tanulás keretében feldolgozható tananyag mennyisége, mélysége, az eredményesség mértéke nagyon sok tényezőtől függ. Ezek közül az egyik meghatározó tényező a fizika oktatására fordítható idő. Tanulságos ebből a szempontból áttekintenünk, hogy miként változott a fizika-órák száma az egymást követő tantervekben, s mekkora ezeknek az órának az aránya a nyolc osztály összes órájához viszonyítva (1. táblázat).

1. táblázat

Tanterv	Heti óraszám	Óraszamarány
1946	3	1,3 %
1950	5	2,3 %
1958	5	2,3 %
1962	6	2,8 %
1978	6	2,6 %

(Megjegyzés: Az 1950-es kétféle óraterv közül az orosz nyelvet tanító iskolák számára készült óratervet vettük alapul. Az 1978-as tanterv esetében az eredeti, 32 hétre tervezett óraszámot tüntettük fel. Az óraszámarányban mutató 0,2%-os eltérés — az 1962-eshez viszonyítva — a nyolc osztály együttes óraszámának a megváltozásából adódik. A 10 napos ciklusóraterv szerint számolva 5,25 óra a heti óraszám fizikából; az évi óraszám azonban — a hosszabb tanév miatt — változatlan.)

A fizikaórák arányának reális megítéléséhez célszerű ezt az adatot más országok hasonló módon számított arányszámaival összehasonlítani. A 2. táblázat azt mutatja, hogy mekkora a fizikaórák aránya az óratervek összes órájához viszonyítva néhány környező szocialista és nyugat-európai országban.

2. táblázat

Ország	A fizikaórák aránya	Ország	A fizikaórák aránya
Magyarország	2,6 %	Lengyelország	3,4 %
Ausztria	2,7 %	NDK	3,0 %
Csehszlovákia	2,9 %	NSZK	3,4 %
Franciaország	2,6 %	Románia	3,0 %
Jugoszlávia	1,8 %	Szovjetunió	3,2 %

(Megjegyzés: Ausztria esetében a népiskola 1—4. osztálya és az általánosan képző középiskola — gimnázium — 1—4. osztályos óratervét vettük alapul. Az NSZK tartományi óratervei közül az elemi iskola bajorországi és a polgári iskola Rajna-vidéki óraterve alapján számítottuk az óraszámokat. Jugoszlávia esetében a horvátországi óratervet vettük alapul. Amennyiben valamelyik országban integráltan tanítják a fizikát és a kémiát — pl. Franciaországban és az NSZK-ban —, ott az óraszámok felét vettük számításba fizikaóráként.)

Bár a fizika óraszámja Magyarországon jelentősen emelkedett a felszabadulás utáni első tantervhez képest, a környező országokhoz viszonyítva nem tartozunk a kedvező helyzetben levők közé. Ezért is van óriási jelentősége annak, hogy ezt a rendelkezésünkre álló időt mire használjuk fel; mennyire korszerű a tananyag; milyen szemléletet alakítunk ki, s milyen módszereket alkalmazunk.

A fizikatanítás, -tanulás hatékonyságát jelentősen befolyásolják a matematikából elért tanulói eredmények, valamint a természettudományos tantárgyak keretében szerzett ismeretek, képességek. Tanulságos ezért összehasonlítani azt is, hogy miként változott az egyes tantárgyblokkok oktatására fordított órák aránya az egymást követő általános iskolai tantervekben (3. táblázat).

3. táblázat

Tanterv	Társadalom-tudomány	Matematika	Természet-tudomány	Egyéb tantárgyak
1946	37,1 %	14,3 %	8,5 %	40,1 %
1950	48,4 %	21,2 %	11,1 %	19,3 %
1958	53,8 %	19,0 %	10,0 %	17,2 %
1962	42,4 %	18,8 %	11,7 %	27,1 %
1978	38,9 %	17,6 %	10,9 %	32,6 %

(Megjegyzés: A természettudományi órák arányszámában szerepel a fizika is. A környezetismeret és a földrajz óraszámát felerészben a társadalomtudomány, felerészben a természettudomány óraszámához vettük.)

Amint a táblázatból kitűnik, a társadalomtudományi, a matematikai és a természettudományi tantárgyblokkok egymáshoz viszonyított aránya csak kis mértékben változott az egyes tantervekben. Döntő mértékben az befolyásolta a három tantárgycsoport tényleges óraszámárányát, hogy csökkent vagy nőtt az „egyéb” tantárgyak száma és az ezekre fordított tanítási idő. (Például a 40-es évek végén megszűnt a kötelező hittan, s az 1950-es tantervben nem szerepelt a korábbi, választható tantárgyak csoportja; később bevezetésre került a gyakorlati foglalkozás, majd a fakultatív foglalkozás, és nőtt a testnevelés óraszám.)

A matematika óraszámáránya az 1950-es tantervben volt a legmagasabb (21,2%), majd azt követően fokozatosan csökkent (17,6%-ra). Tapasztalataink szerint — az óraszámárány változásától függetlenül — a korábbinál jobb meg-alapozást nyújt a fizikához az 1978-as matematika-tanterv szerinti tanítás az összefüggések felismerésében, a grafikus ábrázolásban, a képletátalakításban és sok más témában. Az eredményvizsgálatok tanúsága szerint azonban tovább-ra is gond van az alapműveletek végzésében és a mértékegység-átváltásban.

A természettudományi tantárgyak transzferhatását nehezebb megítélnünk. A fizika, a kémiai, a biológia és a földrajz tantervi útmutatóiban található táblázatok és szöveges elemzések mindenesetre azt igazolják, hogy megindult egy határozott törekvés a természettudományos tantárgyak közötti koordináció kialakítása érdekében. Ugyanezt a szándékot tükrözi az a nagyszámú írás is, amely *A Fizika Tanításában* jelent meg a fizika és a többi tantárgy közötti koordináció gyakorlati megvalósításának segítése érdekében.

A matematika és a természettudományi tantárgyak óraszámárányának realisabb megítéléséhez célszerű áttekintenünk, hogy milyen arányban oszlanak meg a különböző tantárgyblokkok óraszámai a környező országokban (4. táblázat).

4. táblázat

Ország	Társadalom-tudomány	Matematika	Természet-tudomány	Egyéb tantárgyak
Magyarország	38,9 %	17,6 %	10,9 %	32,6 %
Ausztria	39,7 %	14,2 %	11,4 %	34,7 %
Csehszlovákia	41,3 %	18,9 %	14,1 %	25,7 %
Franciaország	40,2 %	17,4 %	9,8 %	32,6 %
Jugoszlávia	32,5 %	16,7 %	12,6 %	38,2 %
Lengyelország	38,2 %	17,3 %	13,2 %	31,3 %
NDK	44,8 %	19,6 %	10,4 %	25,2 %
NSZK	31,7 %	16,0 %	11,2 %	41,1 %
Románia	38,3 %	19,9 %	12,3 %	29,5 %
Szovjetunió	44,9 %	22,1 %	13,1 %	19,9 %

(Megjegyzés: Franciaország óratervéből az „érdeklődést felkeltő tevékenységek” óraszámát a tartalmi ismertetés alapján bontottuk a táblázat kategóriái szerint.)

Matematikából a jelenlegi óraszámárányunk a táblázatban szereplő országok között viszonylag kedvező; a természettudományi tantárgyak összességéről viszont már nem mondhatjuk ugyanezt. A rendelkezésünkre álló órakereteket akkor tudjuk gazdaságosan kihasználni, ha kölcsönösen építünk a természettudományos tantárgyak anyagára, és elkerüljük a felesleges ismétlődéseket, a tananyag „átfedését”. Ilyen szándékkal szerepel például az atom belső szerkezete és az áram vegyi hatása kiegészítő anyagként a fizikatantervben (kémia-ból törzsanyag).

Az adott óraszámok mellett nagyon fontosnak tartjuk azoknak a lehetőségeknek a kihasználását, amelyek az új oktatási törvény és annak végrehajtását konkretizáló rendeletek alapján rendelkezésünkre állnak. Elsősorban a fakultatív foglalkozásokra, a szakkörökre és a képességek differenciált fejlesztésére szervezett csoportfoglalkozásokra gondolunk.

A fakultatív foglalkozások és a szakkörök nagy előnye, hogy kisebb csoportokban foglalkozhatunk a fizikából jó eredményt elérő és a tantárgy iránt érdeklődő tanulókkal, mint a tanítási órán. Kötetlenebb a tematika is, így jól igazodhatunk a magunk által fontosnak tartott témákhoz és a tanulók érdeklődéséhez. Nincs érdemjeggyel és osztályzattal történő értékelés. A fakultatív foglalkozás további előnye, hogy óraszámába beszámít a tanulók kötelező óraszámába, így csökken a terhelésük.

A 13/1986. (VIII. 1.) MM számú rendelet szerint a nevelőtestület döntési jogkörébe tartozik a fakultációs irányok meghatározása is (44. §). „A fakultatív foglalkozások óráira úgy kell a csoportokat kialakítani, hogy évfolyamonként az osztályok számának kétszeresénél eggyel több fakultációs csoport működjön. A csoportok létszáma — a kis létszámú iskolák kivételével — hatnál kevesebb ne legyen” (1. melléklet).

A szakköri csoportok átlagos létszáma 15, és a foglalkozások heti két 45 perces órában szervezhetőek (1. és 2. melléklet). A képességek differenciált fejlesztése érdekében ezen túlmenően külön foglalkozásokat lehet szervezni, mégpedig úgy, hogy a csoport létszáma lehetőleg ne haladja meg a 10-et. Az ilyen foglalkozásokra „az 1—8. évfolyamon legfeljebb heti két óra, . . . a 4—8. évfolyamon napköztiotthoni és tanulószobai csoportonként heti hat óra használható fel” (1. és 2. melléklet).

Célszerű fizikából is e lehetőségekkel az eddigieknél jobban élnünk!

IRODALOM

- Tanterv az általános iskola számára. Országos Köznevelési Tanács, Bp., 1946.
Tanterv az általános iskolák számára. Tankönyvkiadó Nemzeti Vállalat, Bp., 1950.
Tanterv az általános iskola V—VIII. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp., 1958.
Tanterv és utasítás az általános iskola számára. Tankönyvkiadó, Bp., 1962.
Az általános iskolai nevelés és oktatás terve III. kötet. OM—OPI, Bp., 1978.
Dr. Arany Éva: A Jugoszláv Szocialista Szövetségi Köztársaság oktatási rendszere. OPKM, Bp., 1983.
Dr. Arany Éva: A Lengyel Népköztársaság oktatási rendszere. OPKM, Bp., 1984.
Czirák Istvánné: Franciaország oktatási rendszere. OPKM, Bp., 1984.
Horváth György: A Csehszlovák Szocialista Köztársaság oktatási rendszere. OPKM, Bp., 1983.
Horváth György: A Német Demokratikus Köztársaság oktatási rendszere. OPKM, Bp., 1984.
Páskándiné Sebők Anna: Román Szocialista Köztársaság oktatási rendszere. OPKM, Bp., 1983.
Szekeres Ede: Ausztria oktatási rendszere. OPKM, Bp., 1983.
Szekeres Ede: A Német Szövetségi Köztársaság oktatási rendszere, OPKM, Bp., 1984.

Kémiai ismeretek felhasználása a 8. osztály évvégi „Anyag és kölcsönhatás” c. fejezet összefoglalásához

„Fizikatanításunk csak akkor lehet hatékony, ha a többi természettudományos tantárggyal szorosan együttműködve valósítja meg nevelési, képzési, oktatási feladatait” (1).

A Fizika Tanítása hasábjain már több cikk foglalkozott a fizika és a többi tantárgy (matematika, környezetismeret, kémia, technika) közötti koordináció megvalósításának gyakorlati lehetőségeivel. *A kémia és a fizika tantárgyak koordinációja egy felmérés tükrében* című írásunkban [2] a magunk részéről arra kerestük a választ, hogy milyen mértékben képesek a tanulók a kémiaórákon szerzett ismereteiket fizikaórákon felhasználni. Az alábbiakban — ehhez kapcsolódóan — arra szeretnénk néhány javaslatot adni, hogy miképpen segíthetjük a tanulók egységes szemléletének kialakítását a kémiai ismeretek felhasználásával a 8. osztályos év végi összefoglalás során.

A három évi fizikaanyag összefoglalásának, rendszerezésének legfőbb szempontja az, hogy a tanulók összefüggésben lássák a különböző időben tanult, de fizikai szempontból, logikailag összetartozó ismereteket. Ehhez szükséges a kémiaórákon tanult ismeretek beépítése is a fizikai témákba. Erre különösen jó lehetőséget kínál *Az anyag és kölcsönhatás* című összefoglaló tankönyvi fejezet feldolgozása.

A tananyag ismételéséhez, rendszerezéséhez alkalmazott feladatok, kérdések összeállításához nagyon jól tudtuk hasznosítani az 1985-ben megjelent kísérlet-és feladatgyűjteményt [3]. Figyelembe vettük az összefoglalás anyagának kidolgozásakor *Kotek László* javaslatát is: „Fordítsunk fokozottabb figyelmet az anyag korpuszkuális szerkezetének tanítására; hosszabb feladatsoron ismételjük az anyag részecskemegnyilvánulását!” [4]

I. Az anyag szerkezetének vizsgálatát három fontos megállapítás köré csoportosítottuk:

1. Az anyag részecskékből áll.
2. A részecskék rendezetlen mozgást végeznek.
3. A részecskék kölcsönhatásban vannak egymással.

Ezeknek az ismereteknek a felelevenítését a következő kérdések alapján végeztük:

— A kémia órákon tanultak alapján mondj példát:

- a) azonos részecskékből álló molekulákra;
- b) különböző részecskékből álló molekulákra!

— Milyen kötések alakulhatnak ki az azonos elemek atomjai között?

— Milyen kötések alakulhatnak ki a különböző elemű atomok között?

— Milyen kötés szerepel a következő anyagokban: konyhasó, víz, oxigén, klór, vas?

— Mit jelent az „egyszerű anyag” (elem) és az „összetett anyag” elnevezés?

a) Mit mondhatunk a szilárd anyagok alakjáról?

— Mi szükséges ahhoz, hogy a szilárd testek alakját megváltoztassuk?

— Mi ellenében fejtünk ki ilyenkor erőhatást?

— Próbálj meg egy szilárd anyagot összenyomni!

Mit állíthatsz a részecskék közötti kölcsönhatásokról?

— Mit állíthatsz a részecskék elhelyezkedésének sűrűségéről?

— Hogyan mozognak a szilárd anyag részecskéi?

b) Összenyomhatók-e a folyadékok?

- Mit mondhatunk a folyadékok alakjáról?
- Mit állíthatunk a térfogatukról?
- Miért folynak a folyadékok?
- Hogyan helyezkednek el a folyadékreszecskek egymáshoz viszonyítva?
- Hogyan mozognak a folyadék részecskéi?

c) Összenyomhatók-e a gázok?

- Hogyan helyezkednek el a gázreszecskek egymáshoz viszonyítva?
- Van-e a gáznak határozott térfogata?
- Mit állíthatunk a gázreszecskek közötti erőhatásról?
- Hogyan mozognak a gáz részecskéi?

— Hasonlítsd össze az alábbi szempontok alapján az anyag három halmazállapotát!
A helyesnek vélt szót húzd alá!

Halmazállapot	szilárd	folyékony	légnemű
Molekulák távolsága	érintkeznek kis távolság nagy távolság	érintkeznek kis távolság nagy távolság	érintkeznek kis távolság nagy távolság
Összetartó erő	nincs kicsi nagy	nincs kicsi nagy	nincs kicsi nagy
Állandó alak	nincs van	nincs van	nincs van
Állandó térfogat	nincs van	nincs van	nincs van

— Milyen változás történik az *anyag szerkezetében, a részecskék mozgásában* halmazállapot-változás közben?

Ezután érdemes megemlíteni a plazmaállapotot, valamint felhívni a figyelmet a szilárd anyag két típusára a kristályos és az amorf szerkezetére.

II. Az anyag másik megnyilatkozási formája a mező. A tankönyvben levő összefoglaló rész utal az anyag mező formájában való megjelenésére. Itt röviden a tankönyv alapján csak a hatásait vizsgáljuk, mert ennek alátámasztására általános iskolában nincs lehetőség, ez a középiskola feladata.

III. „Az anyag és kölcsönhatás” fontos részegysége a kölcsönhatások ismételése. Itt célunk volt beláttatni, hogy egy jelenségnél az egymással kapcsolatban levő változások sora következik be.

Ennek figyelembevételével választottuk a következő feladatokat:

Nevezz meg olyan kölcsönhatásokat, amelyeknél:

- mozgásállapot-változás jön létre,
- hőmérséklet-változás jön létre,
- halmazállapot-változás jön létre,
- térfogatváltozás jön létre,
- nyomásváltozás jön létre,
- mozgásienergia-változás jön létre,
- alakváltozás jön létre,
- belsőenergia-változás jön létre.

Milyen kölcsönhatások játszódnak le, ha vizet melegítünk elektromos merülőforralóval?

A következő feladat megoldásához vedd igénybe a 8. osztályos tankönyv 92. oldal 55/b ábráját!

Milyen kölcsönhatásokban vesz részt a vasérc a kibányászásától kezdve, míg nyersvas lesz belőle? (A vasérc bányászata, valamint a nyersvas előállítását közvetlenül megelőző műveleteknél történő kölcsönhatások felsorolása, majd a kémiában tanult reakciós folyamat kiemelése: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$.)

A kémiával való koordináció lehetőségeinek számbavétele, az ilyen jellegű kérdések összeállítása, a kémiát tanító kollégákkal való konzultáció miatt a felkészülés sokkal több időt igényelt, mint a többi óra előkészítése. Úgy érezzük azonban, hogy ez bőven megtérült a tanulók tudásában, egységesebb szemléletének a kialakulásában.

IRODALOM

- [1] Tantervi útmutató. Fizika 6—8. osztály. Tankönyvkiadó, Bp., 1977.
- [2] Dobos Tamásné—Prikler Györgyné—Salamon Éva: A kémia és a fizika tantárgyak koordinációja egy felmérés tükrében. A Fizika Tanítása, 1986. évf. 2. sz.
- [3] Bonifert Domonkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak. Tankönyvkiadó, Bp., 1985.
- [4] Kotek László: A hőtani fogalmak kialakítása 6—18 éves korban. A Fizika Tanítása, 1985. évf. 4—5. sz.
- [5] Kémia 7. Általános iskolai tankönyv. Tankönyvkiadó, Bp., 1984.
- [6] Kémia 8. Általános iskolai tankönyv. Tankönyvkiadó, Bp., 1985.
- [7] Kémia munkafüzet és feladatgyűjtemény az általános iskola 7. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp., 1984.
- [8] Fizika 8. Általános iskolai munkatankönyv. Tankönyvkiadó, Bp., 1985.

TAKÁCS GÁBOR

tanár,

Budapest, Ilku Pál Általános Iskola

A didaktikai alapelvek és az írásvetítő

A fizika tanítása során elvégzendő *kísérletek* — különösen a tanulói kísérletek — sok-sok lehetőséget biztosítanak az aktív megismerésre, de vannak esetek, amikor nincs lehetősége a szaktanárnak a tanulókat közvetlenül szembesíteni, a szükséges tárgyakkal, jelenségekkel, folyamatokkal. A térben vagy időben esetleg mindkettőben túl nagy vagy túl kicsiny tárgyak, jelenségek közvetlen vizsgálatát *modellek*, *makettek*, *ábrák*, *filmek* stb. felhasználásával pótolhatjuk. Ilyen esetekben a kívánt absztrakcióhoz feltétlenül szükséges tapasztalatokat kedvező hatékonysággal [1] biztosíthatjuk audiovizuális eszközök felhasználásával. Az audiovizuális eszközrendszer talán legrugalmasabban használható vizuális eszköze az *írásvetítő* mert használata nem igényel besötítést.

A módszertani leírások legtöbbször az írásvetítővel mint szemléltetés eszközével foglalkoznak, pedig sokkal több didaktikai feladat megoldásához alkalmazható az oktatástechnika e korszerű berendezése. Az írásvetítő segítségünkre lehet olyan *didaktikai alapelvek* [2] megvalósításában, mint a szemléletesség, a rendszeresség, a fokozatosság, a tanulók aktív részvétele a tudás megszerzésében, az oktatás eredményességének tartóssága, az elmélet és a gyakorlat összekapcsolása.

Írásvetítővel történő *szemléltetés* alapesetként a *sztatikusan vetített ábrákat* említhetem, amelyek a tankönyv (természetesen más forrásból is meríthetünk) rajzainak átmásolásával — viszonylag kevés munkával — könnyen elkészít-

hetők. Az írásvetítővel kivetített ábrákon lényegesen rövidebb idő alatt és eredményesebben magyarázható el a gyakorlatban nehezen bemutatható berendezések működése. Ilyen ábrákat készítettem különböző feladatok megoldásához (például a merev testek statisztikájához, geometriai fénytanhhoz, fogyasztók kapcsolásához, ...), a hidraulikus présről, az aneroid barométer szerkezetéről, a kis nyílásszögű gömbtükrök és a vékony lencsék képalkotásának rendszerezéséhez, a hőszálas árammérőről, az elektromágnes gyakorlati alkalmazásairól (lágyvasas árammérő, villamos csengő, távíró, relé, áramkioldó, elektrodinamikus teljesítménymérő), a szinuszos váltakozó feszültség indukálásáról.

A kísérletek írásvetítővel történő kivetítése azokban az esetekben valósítható meg, amikor a jelenség lefolyására egyértelműen jellemzőek a kivetített eszközök, tárgyak kontúrjai, vagy ha a használt eszközöknek a jelenség megértését zavaró részei átlátszó anyagból készülnek. Például átlátszó műanyagból hullámtálat készítettem, aminek aljára négyzetrácsot karcolva a kivetített jelenség helyének méreteinek meghatározása lényegesen eredményesebb, mint rácskozás nélkül (kezdetben sima tálat használtam). A hullámjelenségek mindegyike így jól szemléltethető (pl. hipermangánnal színezett vizet használva). A hullámtállal az örvényképződés is bemutatható, ha egy átlátszó anyagból készült (nyele is legyen átlátszó anyagból) lapot a megfestett vízre szórt parafa vagy plexireszeléket tartalmazó hullámtálban mozgatunk.

Az írásvetítővel jól szemléltethetők az elektrolízissel kapcsolatos jelenségek. Az ionvándorlást KNO_3 -oldatban a katód alá szórt hipermangánnal (előzőleg porítani kell) mutathatjuk be. Az anyagkiválást KJ-oldattal szemléltethetjük, amely esetben az anód környéke pedig megvörösödik (a másodlagos kémiai folyamatok miatt). Szilárd anyag kiválását tömény CuSO_4 -oldattal (üvegtálkában) mutathatjuk be, amelyből percek alatt a vetítőernyőn is jól látható mennyiségű réz válik ki a katódon.

A fizika tananyagában sok az írásvetítővel való szemléltetés feltételeinek (jellemző kontúrok vagy átlátszó anyag) megfelelő jelenség vízszintes síkban nem valósítható meg. Viszont az írásvetítőt oldalára döntve, a függőlegessé vált munkafelület elé helyezett eszközök, kísérleti összeállítások kivetíthetők. Így fordított állású képet kapnánk, ami nagymértékben zavarná a jelenség értelmezését. A kép megfordítása a vetítő fényáramába helyezett két egymással 90° -os szöget bezáró siktükrökből álló adapter felhasználásával biztosítható. Mivel a kép jobb és bal oldalának felcserélődése a legtöbb esetben nem zavaró, a kísérleti összeállításról tükrös adapterrel vetített kép már megfelelő. A tükrök elhelyezése és méretezése leginkább a használt írásvetítő típusától függ. Minél közelebb tudjuk helyezni a tükröket a vetítőfejhez, annál kisebb méretűek lehetnek, de a vetítőfejből kilépő divergens sugárnyalábot teljes egészében vissza kell verniük.

A tükrös adapter elkészítését, a különböző típusú írásvetítőkhöz való alkalmazásának szempontjait Pál László az Audiovizuális közleményekben megjelent írásában részletezte [3].

Az írásvetítőt függőleges síkú vetítőként leginkább akkor célszerű használni, amikor a gravitációs erőternek a szemléltetendő jelenség, kísérlet vonatkozásában döntő szerepe van. Például a közlekedőedények, a hajszálcsövességet szemléltető eszközök, a folyadékos manométerek színes folyadékkal töltve jól vetíthetők. A rezgőmozgás megfigyelése vagy „csak” az elektroszkóp kivetítése (így minden tanuló megfelelően láthatja az elektroszkóp lemezeinek helyzetét) szintén a tükrös adapter alkalmazását igényli.

Természetesen az írásvetítővel történő szemléltetéshez nem szükséges mindig külön eszközt készíteni, hiszen például a kormozott üveglapra (rezgő hangvilla tűhegyével) karcolt görbét is írásvetítővel mutatjuk meg.

A rendelkezésre álló idő minél hatékonyabb kihasználására, az ismeretközlés lehetőségeinek gyorsítására is nagyon jól használható az írásvetítő. Egyrészt az előre elkészített transzparenszek a tanítási óra percről percre való átgondolását követelik meg. Ez az átgondolás szinte szükségszerűen a didaktikai, módszertani sémák felülvizsgálásával jár. Sok esetben az írásvetítő alkalmazása a hagyományos sémák elhagyását, illetve bővítését teszi szükségessé. Ezek megvalósítása a tanár felkészülési idejét természetesen megterheli, de ugyanazok a fóliák, modellek a párhuzamos osztályokban és több esztendőn keresztül is használhatók. Másrészt a tanítási órán időt takarítanak meg, ha például tanulói kísérletek, mérési gyakorlatok alkalmából a táblázatokat, kapcsolási rajzokat kivetítjük.

Az esztétikai nevelés megkövetelné, hogy a pedagógus táblai munkája minden esetben mintaszzerű legyen. A fóliára írni, rajzolni sokkal könnyebb, mint a táblára, s így az írás, a rajz megfelel az esztétikai követelményeknek.

Szinte természetes, hogy a transzparenszeket különböző színek alkalmazásával készítjük. A rendszeresség elve megköveteli, hogy a transzparenszek hasonló elemeit (természetesen több tanévre is) mindig ugyanazzal a színnel készítsük. A transzparens legkontrasztosabb színei a kék, a vörös, a fekete, a zöld, a sárga (a színek, a kontrasztcsökkenés sorrendjében). Ebből következik, hogy a transzparensen szereplő információ legfontosabb részeit a kontrasztosabb színekkel kell jelölni. Azt ugyancsak figyelembe kell venni, hogy egy transzparensen csak 2—3 különböző szint alkalmazhatnak a színhatás előnyeinek elvesztése nélkül [4].

A fokozatosságnak — a nehézségek fokozásának elve — a pedagógustól megkívánja, hogy a tananyag feldolgozásánál figyelembe vegye a tanulók fejlődési sajátosságait. Ez az alapelv az ismeretszerzés didaktikai fázisaiban olyan triviális átmeneteket kíván mint: a közeli-ről a távolabbira; a könnyebbről a nehezebbre; ismertről az ismeretlenre; az egyszerűtől az összetettig. Ezt az alapelvet az írásvetítőhöz készített transzparenszek közül leginkább a részlegesen lefedhető és az egymásra lapozható ábrások alkalmazásával szolgálhatjuk. Ugyanis ezek alkalmazásakor a képi információ fokozatosan gyarapodik, az ábra egyre teljesebbé, bonyolultabbá lesz. Tehát az ismeretszerzés didaktikai fázisában az egyszerűből kiindulva jutunk az összetettig. Ugyanakkor a fokozatosan felépülő ábrások lehetőséget biztosítanak az analízis és a szintézis módszereinek szemléltető alkalmazására is.

Részlegesen lefedhető transzparenszeket főleg feladatok megoldásához készítettem. Lényegében a feladat és megoldása szerepel — megfelelően tagolva — a transzparensen. A megoldás egy-egy lépésének elvégzése után kitakarással teszem láthatóvá a tanulók számára. Ezzel a módszerrel az új ismeretek megszerzését a meglevő ismeretek alkalmazásaként tudom biztosítani olyan körülmények között, amikor a tanulók önálló munkája állandó megerősítéssel párosul.

Az egymásra lapozható ábrások segítségével egyes folyamatok szakaszokra bontását is meg lehet oldani. Az ilyen típusú bemutatás leginkább olyan kísérletek bemutatása után eredményes, amelyeknél a jelenség gyors lejátszódása vagy más ok miatt a folyamat kevésbé figyelhető meg. Ilyenkor a megfigyelő folyamatot szakaszokra bontva a jelenséget mintegy lassítva tanulmányozhatjuk. Például a síkhullámok keletkezésével kapcsolatosan Huygens elvét ki-

vetített hullámtáblában szemléltetve csak az eredő hullámok láthatók. A különböző időpillanatokhoz tartozó hullámfrontok szemléltetését többretegű transzparenssal lehet megoldani.

Az írásvetítővel közvetett valamennyi információ (a vetített kép fénydús volta miatt) *fokozza a tanulók belső aktivitását*, jó lehetőséget biztosít a figyelem felkeltésére, az irányított és a spontán figyelem kialakítására.

A tanulók aktivitásának manuális tevékenységére vezető mozzanataink inkább az elmélet és a gyakorlat összekapcsolásának problémakörébe tartoznak, ezért előbb az írásvetítő alkalmazásának a tanulók gondolkodásának irányításában betöltött szerepét érzékeltettem néhány példával. A legfontosabb gondolkodási műveletek az összehasonlítás, az analízis és a szintézis, az induktív és a deduktív okoskodás. A dolgok és jelenségek összehasonlítása, tulajdonságaik és viszonyaik analízise és szintézise, ezeknek a viszonyoknak az általánosítása és a gyakorlatban való ellenőrzése induktív és deduktív okoskodás segítségével a tanulók föltétlenül szükséges gondolkodási munkáit jelentik, amelyek nélkül az oktatási folyamat nagyon szegényes és eredménytelen volt.

Az egymásra rakott transzparenszen egy-egy részlettel folyamatosan kiegészített ábra a tanulók analizáló és szintetizáló készségét jobban fejleszti, mint a részleteire pillanatonként szét nem szedhető táblarajz.

A *tanulók önálló tevékenységük* eredményét kisebb-nagyobb lépések után (feladatok megoldása, táblázatok kitöltése, grafikonok készítése, mérőkísérletek kapcsolási rajzának tervezése stb.) összehasonlíthatják az ernyőre kivetítéssel, a hibák önálló felfedezése és magyarázata pozitív eredményeket hoz, megtanítja a tanulókat az aktív munkára, fejleszti gondolkodásukat, akarataikat.

A tanulóknak az oktatás során *elért eredmények ellenőrzéséhez* való tudatos viszonyulását tudom így elősegíteni, azaz a tanulók számára az ellenőrzés nem csupán a jó vagy rossz osztályzatok forrása, lesz hanem elsősorban elért eredményeik önértékelését szolgálja, a kitűzött feladatok teljesítésének szintjéről informálja őket.

Az így értelmezett és rendszeresen alkalmazott ellenőrzés a tanulókat önellenőrzésre szoktatja. Az önellenőrzés minden megnyilvánulását nagyon komolyan kell vennünk, mert az önellenőrzésnek nemcsak az ismeretek, jártasságok, készségek elsajátítási folyamatában van nagy jelentősége, hanem egyben értékes nevelési eredmény is.

Az *oktatási eredmények tartósságát* meg kívánó alapelv lényegében azt a követelményt fejezi ki, hogy pedagógiai munkánk összes eredményét állandóan szilárdítani, tartósítani kell. Konkrétan a didaktikára vonatkoztatva ez az alapelv mindennek előtt az új ismeretek megszilárdítására, valamint a korábban szerzett ismeretek a további ismeretszerzés szilárd alapjává válhassanak. Ebből a szempontból az írásvetítő alkalmazása a vizuális élmények biztosításával a gondolkodás logikáját, az ismeretek szilárdságát egyre inkább erősíti. A fólíaszorozatokból álló transzparenszek a témát több oldalról világítják meg, megmutatják felépítését, változásait, és növelik a tanulók memóriaterfogatát.

Gyakran előfordul, hogy a vázlatot, rajzot a tábláról is le kell törölni, hogy újabb írásfelületet kapjunk. Ezért az alkalmazás, a megerősítés, a rögzítés didaktikai feladatainak valószínűsítési időpontjában a rajzot nem tudjuk ismét megmutatni. Ha fóliára készítettük a rajzokat, akkor azok esztétikai és tartalmi előnyei mellett, ismételt bemutatásának is meg van a lehetősége. Ez a lehetőség nagyon lényeges, mert az ábra ismételt bemutatása az ismeretek tartós rögzítésének fontos eszköze.

A rendszeres ismétléshez szükséges ábrák, grafikonok, sémák a transzparensekön könnyen, kis helyen tárolhatók, ismétléskor bármikor felhasználhatók. Mentese a pedagógus a többszöri táblai rajzolás időt rabló terhétől, így könnyebben, gyorsabban és eredményesebben lehet tanítani. Az ismeretek gyakorlásához a megoldásra váró feladatok szintén fóliára kerülhetnek, és így bármikor rendelkezésre állnak.

A tanítás-tanulás folyamatában az elmélet és a gyakorlat kapcsolatának mint didaktikai feladatnak a megvalósításához az írásvetítő alkalmazásával hozzájárulhatunk, ha például a tanulók manuális tevékenységét, tanuló kísérletek, mérési gyakorlatok elvégzését különböző indofrmációkat tartalmazó transzparensekkel segítjük.

A tanulói kísérletekkel kapcsolatos méréseknél problémát szokott okozni a jártassága a mérőműszerek által mutatott értékek levonásában. Ha a mérőműszer kivetíthető modelljét mozgó alkatrészének mozgathatóan történő kiépzésével készítjük, akkor a műszer által mutatott érték leolvasását az egész osztállyal egyidejűleg gyakoroltathatjuk. Elkészíthető azoknak a mérőeszközöknek a mozgó ábrája, illetve mérőműszereknek a skálája mozgatható mutatóval, amelynek a leolvasását be akarjuk gyakoroltatni. Ezek egyrészt lehetnek olyan réteges transzparensek, amelyek patentkapoccsal kapcsolódnak egymáshoz, s a kapocs mint középpont körül elforgathatóak. Célszerű egy kis fóliakorongot a két lemez közé tenni, hogy az összekapcsolt fóliák forgatás közbeni sérülését elkerüljük. Másrészt készíthetők olyan olyan többretegű transzparensek, amelyeknél a középső réteg mozgatható. Például elkészíthető a toló-mérő mozgatható nóniusszal. A tolómérő két mérőnyelve közé valódi tárgyak tehetők, amelyek mérete a vetített képen leolvasható.

Itt tartom még szükségesnek megemlíteni, hogy a közösségi munkavégzés, nevelés körülményei között az írásvetítő alkalmazása miként járulhat hozzá az egyéni bánásmód megvalósításához. Az egyéni bánásmód alkalmazásának pedagógiai stratégiája olyan nevelői magatartást követel, amely valamennyi tanuló személyiségének ismeretében az egyes tauló szempontjából a leghatékonyabb pedaógiai eljárást követeli. Természetesen az egyéni bánásmódot nem azonosíthatjuk az egyéni foglalkozással. Viszont az írásvetítővel végzett ellenőrzés-értékelés során munkánkról (a tanulók és a pedagógusok munkájáról) biztosabb visszajelzést kaphatunk, lehetőség van az azonnali reagálásra. A hatékonyabb óravezetés több időt biztosít a differenciált foglalkozásokra, és a már említett önellenőrzés (tanulók) megvalósítása azt a komoly pedagógiai eredményt jelzi, hogy a tanuló együttműködik velünk. Természetesen ezt az együttműködést nem formai vonatkozásban értem.

Félreértés ne essék, az írásvetítővel történő feldolgozás nem a hiányzó eszközök pótlására való. Fizikai jelenségeket, amelyek eredetiben tanulmányozhatók, vizsgálhatók, bemutathatók, nem transzparensre rajzolva kell bemutatni.

IRODALOM

- [1] *Lazarov Petr*: Az oktatástechnikai eszközök szerepe a szocialista személyiség kialakításában és fejlesztésében. A szocialista országok III. nemzetközi tudományos taneszközkonferenciája. I. köt. 84. old. TANÉRT, 1978.
- [2] *Wincenty Okon*: Az általános didaktika alapjai. 186. old. Tankönyvkiadó, Bp., 1976.
- [3] *Pál László*: Írásvetítő alkalmazása függőleges síkú vetítőként. Audiovizuális közlemények 1978., 3. sz. 394—397. old.
- [4] *I. J. Maurina*: Írásvetítő használata a kémiaórán. A szocialista országok III. nemzetközi tudományos taneszközkonferenciája. II. köt. 120. old. TANÉRT, 1978.

SZÁMÍTÓGÉPES ESZKÖZ NÉHÁNY MOZGÁS VIZSGÁLATÁRA C16-hoz és PLUS4-hez

Az általános iskola 8. osztályában „A testek mozgása” c. témakör tanítása-
kor sok nehézséggel találkozunk a tanár.
Írigykedve nézi a középiskolákban tanítók
e témakörben használt eszközeit; pl. az ún.
légpárnás pályát, a többesatornás idő-
mérőket, a Holics-féle pályát, a számító-
gépeket stb.

A számítógépek elterjedése felkínálja a
mozgásoknak a tananyagba jól illeszhető,
egyszerű kísérleti vizsgálatának lehetősé-
gét. A fizikatanteremben a számítógép
nemcsak a tantárgy tanítását segítő esz-
köz, hanem tényleges kísérleti eszköz ré-
szeként is funkcionálhat; pontos idő-
mérő, mérési adattároló és gyors adat-
feldolgozó.

„Eszközünk a C16-os (PLUS4-es) szá-
mítógépből, illesztőből, néhány fénykapu-
ból és a Holics-féle pálya elemeiből áll.
(Pályaként bármely hasonló megfelelően
céljainknak.)

Az eszközt 8. osztályban a megfelelő
anyagrészek tanításánál használtuk. En-
nek alapján tökéletesítettük, és működé-
sét üzembiztosítottuk.

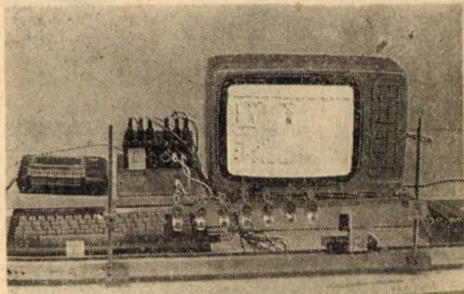
Vizsgálatainknál a súrlódás jelenségé-
nek sokszor zavaró hatását a kis görbülési
súrlódású kocsikkal és a fénykapuk kis
távolságra (3—5 cm) helyezéssel el-
hanyagolhatóvá tehetjük. A cikkben talál-
ható ábrákon az út—idő-koordináta-
rendszerben ábrázolt pontokat a jól lát-
hatóság kedvéért a ténylegesen használt
méret négyszeresére változtattuk.

Az eszköz felépítése az 1. ábrán látható.

- A: a Holics-féle pálya
- B: a felszavazott fénykaputartó állvány
- C: a koci a jeladó zászlóval
- D: tápegység a fénykapuk működtetésé-
hez
- E: a fénykapukat a számítógéphez csat-
lakoztató doboz 1—7. a látható fény-
nyel működő fénykapuk
- F: a COMMODORE 16-os iskolaszámító-
gép a — nem jelölt — magnóval és
televízióval.

Bemutatjuk az eszköz néhány lehetséges
alkalmazását

„A sebesség” tananyagnál tanári kísér-
letként használtam. A számítógépes kísér-



1. ábra. Egy mérés eredménye és út—idő-
grafikonja az egyenes vonalú egyenletes
mozgás vizsgálatánál

let előtt a tanulók az asztallapjukon ha-
ladó kocsik mozgását vizsgálták. A met-
ronóm másodpercenkénti ütéseire húzott
ceruzavonalak távolságát mérték meg,
és az eredményeket a táblán összesítettük.
Majd elemeztük az összetartozó érték-
sorozatok tendenciáját. Ilyen előkészítés
után a számítógépes eszköz vízszintes
pályáján megfigyelték a koci mozgását.
Ezután elvégeztük a méréseket. Az egyen-
lő távolságra (4—4 cm-re) helyezett fény-
kapuknál jó közelítéssel egyenlő időközö-
ket mértünk. (1. ábra grafikon felett.)

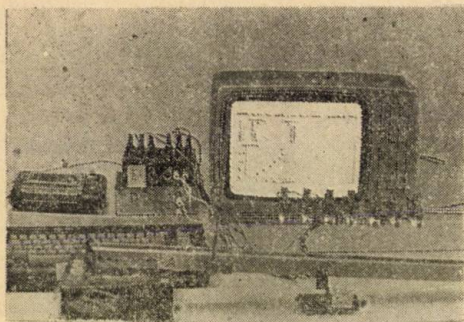
„Az átlagsebesség”-gel foglalkozó óra
elején a program grafikai részét használ-
tuk. Az eszközzel kapott mérési eredmé-
nyeket út—idő-koordináta-rendszerben
ábrázoltuk. A pontok felvétele lépésen-
ként egy billentyű megnyomásával tör-
tént.

„Az egyenletesen változó mozgás” c.
órán eszközünk az előző felépítésben
alkalmazható az egyenletesen változó
mozgás vizsgálatára: az 1. kapu felőli
végét emelve a lejtőn lefelé (2. ábra), a
másik végét emelve az emelkedőn felfelé
haladó test mozgását tanulmányozhatjuk.
(3. ábra. Lásd a címképet!)

Az alátámasztáshoz megfelelő a magnó
doboz.

Az egyenes vonalú egyenletes mozgást
végző test mérési eredményeit összeha-
sonlítottuk a lejtőn felfelé haladóéval, és
vizsgáltuk a két mozgás közti különbsé-
geket.

Az óra végén a lejtőn felfelé haladó
kocsi mozgáseredményeivel megerősít-
tettük a gyorsulás fogalmát.

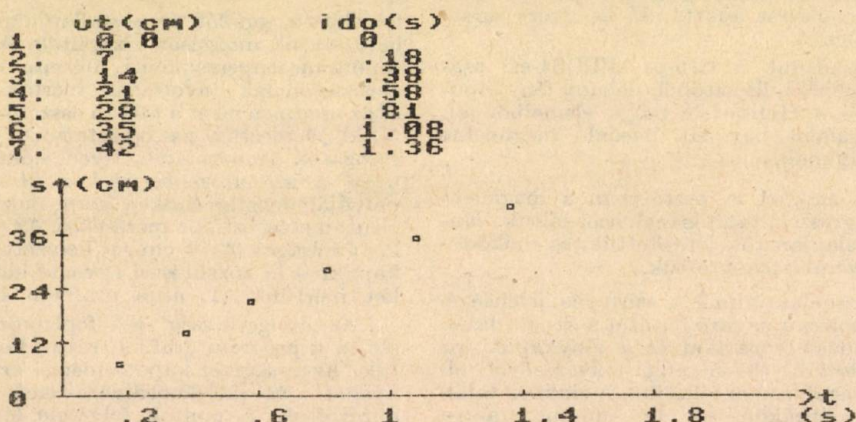


2. ábra. Az eszköz és a képernyő a lejtőn lefelé haladó kocsí mozgása után. A test indítása közvetlenül az első fénykapunál történt

Az eszköz kis átalakítással felhasználható a témakör más területein is. Például jól szemléltethető a súrlódás mozgásokra gyakorolt hatása (4. ábra).

A számítógép tanórai felhasználásában nagy súlyt fektetünk arra, hogy a tanulók bőséges kísérleti tapasztalathoz, sok tény- anyaghoz jussanak. Ezzel elősegítjük a valós jelenségek vizsgálatát, a fogalmak pontos elsajátítását, a fizikai törvények jobb megértését, a számítástechnikai szemléletmód kialakítását. Az eszköz a tanár munkáját egyszerűsíti. A kísérletek gyors elvégezhetősége lehetőséget adhat a tanóra átszervezésére, a tanulók tartalmasabb munkáltatására. A számítógép grafikus rendszerének felhasználása fokozza a fizikai tartalom megértését. Az eszköz olcsó ára, a program igények szerinti fejleszthetősége segíti széles körű elterjedését.

Abrázolás: ut-ido [A]/seb-ido [U]/nem [N]



4. ábra. A súrlódásnak a pályán mozgó kocsira gyakorolt hatását bemutató kép

NÉGYHENGERS NÉGYÜTEMŰ OTTO-MOTOR MŰKÖDÉSE

A C-16 személyi számítógépre írt BASIC-nyelvű program a belső égésű motor működését mutatja be. A négy dugattyú mozgását, a szelepek vezérlését áttekinthetően írja le. A mozgás sebességét az 1-4 gombokkal lehet módosítani. Bekapcsoláskor az 1-es sebesség lassú üteme teszi lehetővé a tanári magyarázatot, a szelepek, a négy henger összehangolt mozgásának megfigyelését. A gyújtási sorrend: 1-2-4-3 (átírható 1342-re).

A dugattyúk rajzát a D\$ állítja elő 6 db inverz SPACE-szel. A mozgást a dugattyúk felrajzolása majd ezek letörése imitálja. A törlő T\$ 6 db sima SPACE-ből áll. A robbanást az R\$ felírása jelzi.

H. KOVÁCS MÁRIA
tanító,

Gyakorló Általános Iskola

HARAMIA LÁSZLÓ

tanársegéd (Fizika Tanszék)

Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola

A program felépítése:

40	Az R\$ definiálása
50—80	A hengerfejeket a szelepekkel előállító szövegkonstans
90 S\$	A szelepeket jelölő szöveg: kipufogó, szívó
150 H\$	A hengereket felrajzoló szövegkonstans
160	A 9—17 sorok között felrajzolja a hengerek falát
230	Az S\$ négyszeri kiírása a hengerek fölé: 6. sor, majd a hengerek számozása alul a 20. sorban
280	A hangot előállító szubrutin
310	A hengerek alternáló mozgását vezérlő szubrutin (400—450) kezdőértékeit állítja be. A ciklus végén ezeket felcseréljük az ellentétes irányú mozgáshoz (450. sor)

330—380 A Z ciklikusan változó értékeit
nek megfelelően az R\$ és az az-
törölő T\$ 5, 13, 29, 21-es pozíció-
ba történő felíratást ellenőrzi és
hajtja végre. A késleltetést a
robbanás hangja adja.

400—450 A mozgás vezérlő paramétere-
sen adott FOR ciklus az L-lel
jelzett felülről lefelé, az M-lel
jelzett alulról felfelé irányuló
mozgás sorpozícióit állítja elő.
406 Késletetés, egyben a mozgás
gyorsaságát szabályozó U vál-
tozó a sebességváltást teszi
lehetővé. A 109-es tapasztalati
érték módosítható.

440 Az 1—2—3—4 billentyűket el-
lenőrző sor. Ha ezek közül nem
nyomtunk le egyetlen billentyűt
sem, úgy U értéke változatlan,
egyébként U a lenyomott bill.
értéke lesz.

KÓSA JÓZSEF

középiskolai tanár,

Bánki Donát Ipari Szakközépiskola,

N víregyháza

```

10 REM "/EGYHENGEREK TITO-MOTOR"
20 REM "/ESZITETTE: OSA OZSEF"
30 PRINTCHR$(14)
40 R$=" ** " Z=0
50 F$(1)=" "
60 F$(2)=" "
70 F$(3)=" "
80 F$(4)=" "
90 S$="K SZ":SCNCLR
100 CHAR1,9,2,"EGYHENGEREK TITO MOTOR"
120 CHAR1,13,3,"1 - 2 - 4 - 3"
140 REM ***A HENGEREK RAJZA"
150 H$=" "
160 FOR J=9 TO 17:CHAR1,3,J,H$:NEXT J
230 FOR J=1 TO 4:CHAR1,(J-1)*8+6,6,S$:CHAR1,J*8-2,20,STR$(J):NEXT J
240 CHAR1,1,23,"EBSSEGVALTAS AZ 1,2,3,4 GOMBOKKAL"
250 GOTO 310
280 VOL8:SOUND 3,400,5:VOL0: RETURN
310 K=9:V=16:E=1:U=1:
320 D$=" " T$=" "
330 Z=Z+1:IF Z=5 THEN Z=1
340 IF Z=1 THEN CHAR1,5,9,R$:GOSUB 280:CHAR1,5,9,T$:
350 IF Z=2 THEN CHAR1,13,9,R$:GOSUB 280:CHAR1,13,9,T$:
360 IF Z=3 THEN CHAR1,29,9,R$:GOSUB 280:CHAR1,29,9,T$:
370 IF Z=4 THEN CHAR1,21,9,R$:GOSUB 280:CHAR1,21,9,T$:
380 CHAR1,3,8,F$(Z)
390 REM ***"A MOZGATAS VEGZO RUTIN"***
400 FOR L=K TO V STEP E:M=-L+20:CHAR1,5,L+1,D$:CHAR1,29,L+1,D$:
405 CHAR1,13,M,D$:CHAR1,21,M,D$:
406 FOR R=1 TO 109/U:NEXT R
410 CHAR1,5,L+1,T$:CHAR1,29,L+1,T$:CHAR1,21,M,T$:
420 REM "A SEBESSEGVALTO SZABALYOZASA"
430 GET X$:IF X$="" THEN 450
440 IF X$="1"ORX$="2"ORX$="3"ORX$="4"THEN U=VAL(X$)
450 NEXT L:S=K:K=V:V=S:E=-E:GOSUB 280:GOTO 330

```

READY.

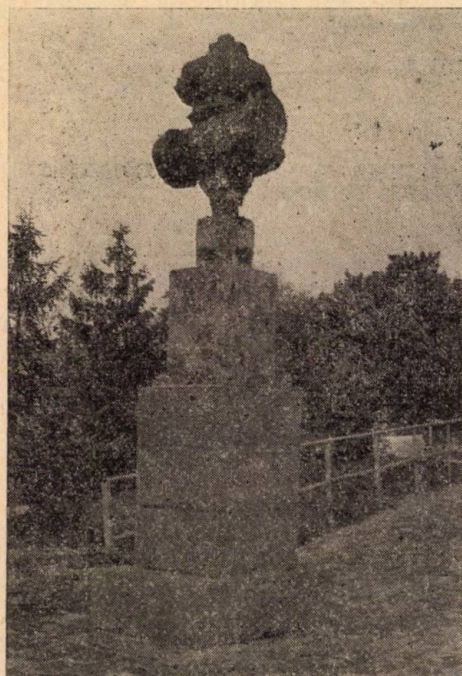
Fórum

Az 1987. évi Általános Iskolai Fizika-tanári Ankét és Eszközkiallítás Békéscsabán kerül megrendezésre július 1—3. között. A résztvevők kérésének eleget téve állította össze a szervező bizottság az ankét programját. E szerint a plenáris előadások és a most először tervezett műhelyfoglalkozások témái az *elektromosságtani témákat* érintik. A szervező bizottság kéri az eszközkiallításra, a számítástechnikai programok bemutatására jelentkezőket, hogy eszközeiket, munkáikat — lehetőleg — a fenti témából válasszák.

*

Szobrok, emléktáblák. A Fizika Tanítása 1986. évf. 1. számától kezdve olyan szobrok, emléktáblák fényképeit közöljük a *Fórum* című rovatban, amelyek valamilyen módon kapcsolódnak a fizika tananyagához. Ezáltal is szeretnénk felhívni kollégáink figyelmét a fizikával, a fizikátörténettel és a technikával kapcsolatos emlékekre.

Az alábbi fénykép *Amerigo TOT* szobrát ábrázolja, amely a tihanyi Múzeum előtt látható. Címe: Ófelsege, a kilowatt.



A Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Pedagógiai Intézet kiadványt jelentetett meg *Tantárgyi helyzetkép* címmel. A kiadvány a matematika, fizika, kémia, biológia és a földrajz helyzetével, feladataival foglalkozik. *Török János* vezető-szakfelügyelő állította össze a kiadvány anyagát, az illetékes szakfelügyelők közreműködésével.

*

Válasz a Demonstrációs alapkészletről a Fórumban megjelent véleményekre.

Nagy örömről szolgál, hogy a készlettel többségében olyan kísérleti eszközöket sikerült a fizikatanárok rendelkezésére bocsátani, ami hatékonyan segíti a kísérletekre alapozott fizikaoktatást. A fejlesztés során messzemenően figyelembe vettük a *tankönyvek kísérleti igényeit*, a tankönyvrírók ötleteit és tanácsait, ezért a készlet összhangja a tankönyvekkel nem véletlen. A gyártás lehetőségei több kísérletnél megengedték, hogy a tankönyvben szereplő, egyszerű, házilag elkészíthető eszközök helyett igényesebbeket adjunk, például a mozgások vizsgálatához. Ez általában tetszést aratott.

Sajnálatos, hogy egyes eszközök minőségét a sorozatgyártásban sokfelé kifogásolták, jelezve, hogy használatuk a tanároknak problémákat okoz. Itt is szeretném felhívni a kedves kollégák figyelmét, hogy ha a készletben hibásan működő vagy sérült eszközök vannak, reklamáljanak, vagy forduljanak a *TAN-ÉRT javítószolgálatához* (Budapest, X. Kozma u. 9—11. 1108). Ha nem érkezik az eszközzel tanszerismertető, azt is reklamálni kell. A többiek által kifogásolt „Eszköz a fahő vizsgálatához” konstrukcióját felülvizsgáljuk.

Többen javasolták a készlet kiegészítését pirométerrel, az elektrosztatikához nagyobb töltésmennyiséget előállító géppel vagy a középiskolák részére készült eszközzel a hullámmozgás bemutatásához. Mivel ezek az eszközök külön is beszerezhetők, nem tartottuk szükségesnek ezekkel tovább növelni a készletet.

Azt a dobozt, amelyben az eszközt szállítjuk, nem a tárolásra szántuk. A készletet különböző témakörökhöz más eszközökkel együtt használhatjuk. Később tervezzük az óriási készlet kisebb egységekre bontását. Ezért a tárolást az iskoláknak kell megoldaniuk.

A pótalkatrész-ellátás akut problémájának megoldására a Fizikatanári Ankétra új javaslatokat fogunk kidolgozni.

Tervbe vettük, hogy a középiskolák részére kifejlesztett számítógépes demonstrációs mechanikai készletet az általános iskolák pedagógiai igényeihez és számítógépes lehetőségeihez igazított, módosított formában is forgalomba hozzuk. Ezzel kifogástalanul feldolgozható — többek között — a szabadesés és a rezgőmozgás kísérleti vizsgálata is. Egyúttal megoldjuk a kiskocsik kampójával kapcsolatos kifogásokat is.

Többben részletesebb tanszerismertetőt szeretnénk. Ez, ha meggondoljuk, hogy a készlet felhasználását több témakörre, más eszközökkel együtt, komplex módon terveztük, nem egyszerű probléma. Talán az egyes témakörök demonstrációs kísérleteiről szóló cikksorozat segíthetne ezen.

TAKÁCS EMŐKE
TANÉRT Pedagógiai Osztály

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Легради Имре: Годовщины	1
Д-р Радноти Каталин: Несколько замечаний к вопросу о методике преподавания атомной физики в гимназии	6
Хевер Михай, Сабо Иштван, Д-р Харангозо Иштван: Эксперимент Милликен на личном компьютере	12
Шомоди Шандор: Минимальная девиация на призме	16
Д-р Затони Шандор: Поурочные планы общей школы и обучение физике	18
Добош Тамаш—Приклер Дёрдьнэ: Использование знаний по химии для обобщения материала в конце учебного года в 8-ом классе	22
Такач Габор: Основные принципы дидактики и кодоскоп	24
Уголок идей Х. Ковач Мариа—Харамиа Ласло—Коша Ежсеф)	29
Форум	32

INHALT

Légrádi Imre: Jahrestage	1
Dr. Radnóti Katalin: Einige Gedanken zum Unterricht der Atomphysik im Gymnasium	6
Hévér Mihály, Szabó István, Dr. Harangozó István: Simulierung des Millikan-Ver-suches mit Personalcomputer	12
Somogyi Sándor: Minimale Deviation auf Prisma	16
Dr. Zátónyi Sándor: Die Studentafeln und der Physikunterricht in der allgemeinbil-denden Schule	18
Dobos Tamásné—Prikler Györgyné: Anwendung der chemischen Kenntnisse zur Zusammenfassung am Jahresende der 8. Klasse	22
Takács Gábor: Die didaktischen Grundprinzipien und der Projektor	24
Praktischer Winkel SH. Kovács Mária—Haramia László, Kósa József.	29
Forum	32

Felhívjuk olvasóink figyelmét!

Bonifert Domonkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak (Rsz.: 8094)	Kötve: 31,— Ft
Budó Agoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.)	Kötve: 56,— Ft
Budó Agoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.)	Kötve: 61,— Ft
Budó—Mátrai: Kísérleti fizika III. (Rsz.: 4292/III.)	Kötve: 49,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)	Kötve: 71,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8175/II.)	Fűzve: 39,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Hogyan tanítsuk a fizikát a 6. osztályban? Tanári kézikönyv. (Rsz.: 83 109)	Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Hogyan tanítsuk a fizikát a 7. osztályban? Tanári kézikönyv. (Rsz.: 83 030/I.)	Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Kövesdi Pál—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Hogyan tanítsuk a fizikát a 8. osztályban? Tanári kézikönyv. (Rsz.: 83 036/I.)	Fűzve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. I. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához.	Kötve: 45,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. II. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához.	Kötve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. III. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 43,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Mechanika. Elméleti fizika I. (Rsz.: 42 221/I.)	Kötve: 33,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Klasszikus erőterek. Elméleti fizika II. (Rsz.: 42 221/II.)	Kötve: 60,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Kvantummechanika. Nem relativisztikus elmélet. Elméleti fizika III. (Rsz.: 42 221/III.)	Kötve: 86,— Ft
V. B. Bereteckij—E. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Relativisztikus kvantumelmélet. Elméleti fizika IV. (Rsz.: 42 221/IV.)	Kötve: 84,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Statisztikus fizika I. Elméleti fizika V. (Rsz.: 42 221/V.)	Kötve: 85,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Hidrodinamika. Elméleti fizika VI. (Rsz.: 42 221/VI.)	Kötve: 78,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Rugalmasságtan. Elméleti fizika VII. (Rsz.: 42 221/VII.)	Kötve: 32,— Ft
Zátonyi Sándor: A fizikai feladatok megoldása és a tanulók gondolkodása. (Rsz.: 52 965)	Fűzve: 24,— Ft
Zátonyi Sándor: Az előismeretektől a tudásig.	Fűzve: 36,— Ft

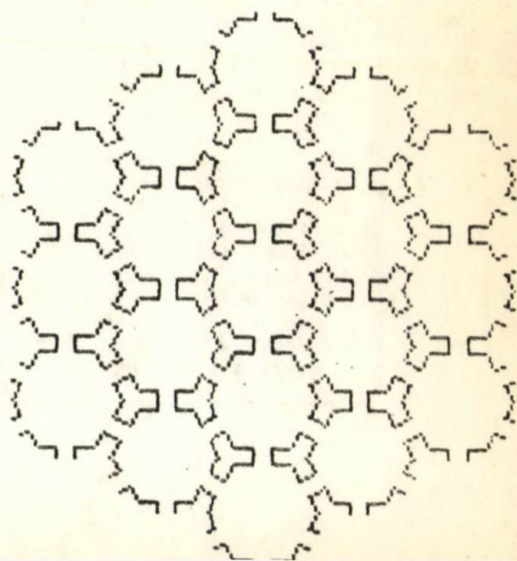
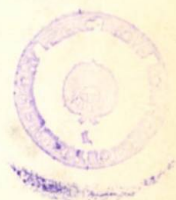
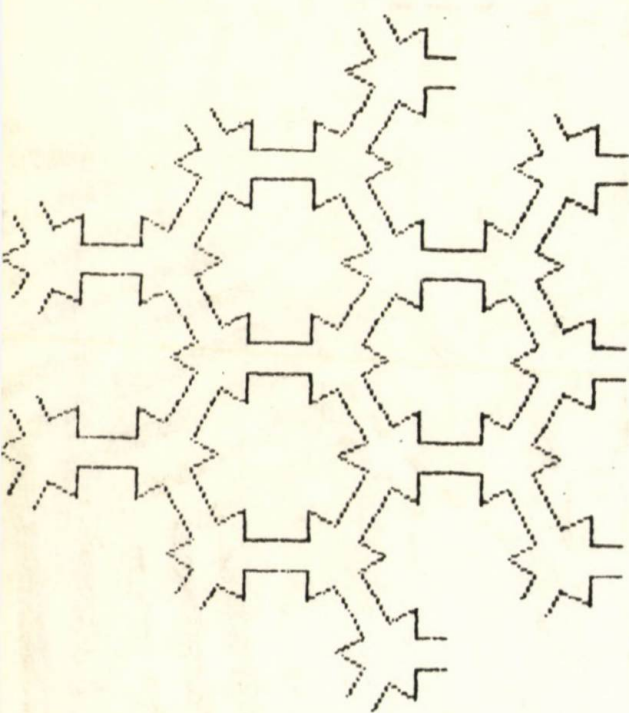
Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a KÖNYVESBOLTOKBAN !

A

2 1987
XXVI. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA

A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MODSZERTANI FOLYÓIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:
DR. GECSŐ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC, KOVÁCS LORÁNT, DR. LITZ JÓZSEFNE, DR. NAGY LÁSZLÓ, PAHÁN ISTVÁN, DR. PAÁL TAMÁS, DR. TASNÁDI PÉTER, DR. VIDÓ IMRE, VIG ISTVÁN, DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ, DR. ZATONYI SÁNDOR.

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai Intézet 1406 Budapest, pf.: 33. Gorkij fasor 17—21. — Telefon: 211-200. — Kiadja: a Tankönyvkiadó. 1055 Budapest V., Szalay utca 10—14. — A kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető: bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél és a Posta Központi Hírlap Irodánál (postacím: Budapest V., József nádor tér 1. — 1900) személyesen vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi feljelszámra. Előfizetési díj: egy évre: 42,— Ft

Révai Nyomda Egri Gyáregysége,

Eger. Igazgató: Horváth Józsefné dr.
87 2026

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy közlésre szánt cikkeiket gépelve, két példányban küldjék meg a szerkesztőség fenti címére, a lakásuk és munkahelyük, valamint személyi számuk pontos feltüntetésével. — A papírlapnak csak egyik oldalára, kettős sortávolsággal írjanak! Egy-egy oldalra 30 sort gépeljenek! A sor hossza 66 betűhely. A cikkek terjedelme legfeljebb 6—8 gépelt oldal lehet. A rajzokat, táblázatokat külön lapon, megfelelő ábraszöveggel (aláírással) ellátva küldjék be!

Kéziratot nem őrzünk meg és nem adunk vissza!

TARTALOM

<i>Dr. Manfred Hoedt</i> : A történeti és logikai egység, valamint a történeti elv a fizikaoktatásban	33
<i>Bódi Ottóné</i> : A fizika és a történelem koordinációja az általános iskolában.	38
<i>Dr. Papp Sándor</i> : Perifériaellátás — olcsóbban	40
<i>Kőrösné Mikis Márta—Panuska Rudolf</i> : Szimmetria — rekurzivitás — számítógépes grafika	42
<i>Dr. Sümegi Lászlóné</i> : Javaslatok a vonatkoztatási rendszerek tanításához.	55
<i>Ötletsarok (Agócs László, Gallai Antal, Kósa József)</i>	59
<i>Könyvismertetés (Smidéliusz Zsuzsa)</i> ...	61
<i>Fórum</i>	62

Címképünk: *Kőrösné Mikis Márta—Panuska Rudolf*: Szimmetria — rekurzivitás — számítógépes grafika c. cikkéhez (17. és 18. ábra rajza).

A történeti és logikai egység, valamint a történeti elv a fizikaoktatásban

Korunkban egyre több fizikatanár veti fel azt a kérdést, hogyan növelhetné mindennapi oktató-nevelő munkájának hatékonyságát. Ebben az összefüggésben mind nagyobb figyelem nyilvánul meg a történeti elv megvalósítása iránt. A fizikaoktatás új tanterveiben (pl. a 8. osztályosban) kirajzolódik az a törekvés, hogy a történetiség számára szélesebb körű lehetőségeket és egyben nagyobb teret biztosítsanak. A fizikatanításban manapság a gyakorlati megvalósulási módoknak és az ezek alapjául szolgáló nézeteknek széles skálája figyelhető meg: vizsgálatok támasztották alá, hogy a tanítás módja és hatása — s ez érvényes a történeti elv megvalósulására is —, túlnyomórészt és meghatározó módon a fizikatanár személyétől, annak nézeteitől (pl. a történeti elvvel kapcsolatban), tudásától, gondolkodásmódjától és különösen attól a képességtől függ, hogy hogyan tudja valamennyi tanuló számára eredményes módon megtervezni és kialakítani a fizikaoktatást [1].

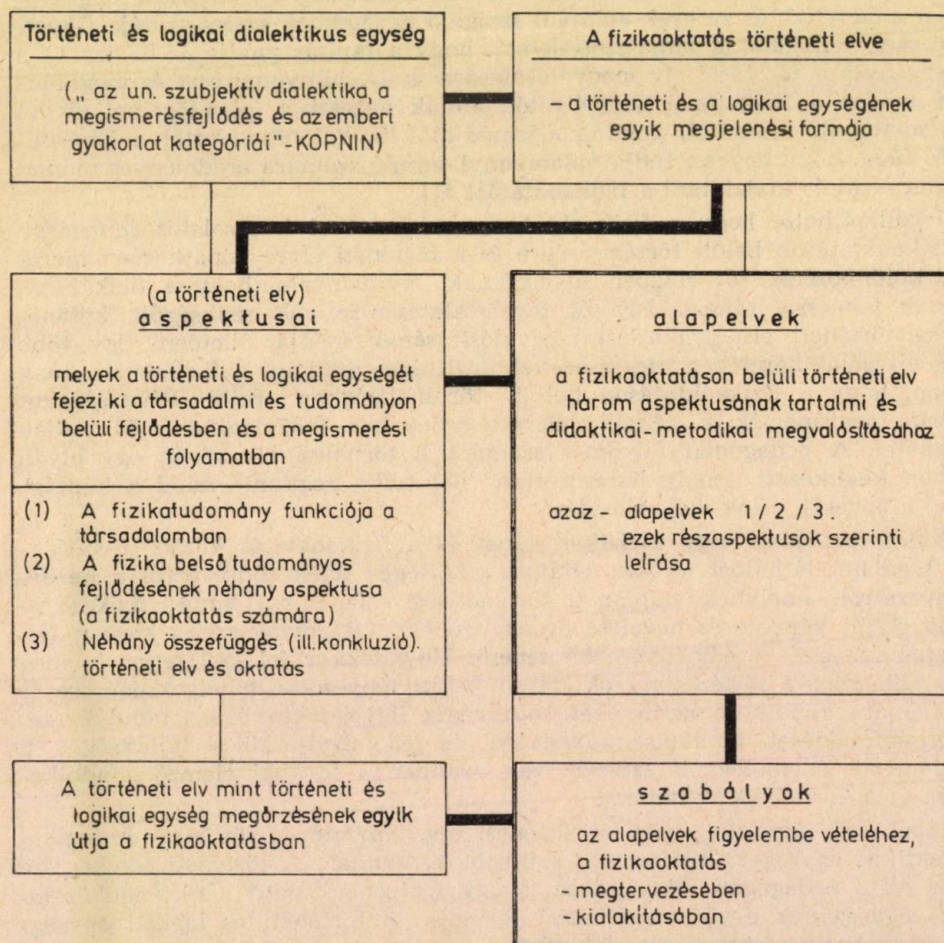
Megállapítható, hogy a fizikaoktatás metodikájával kapcsolatos felfogások a fizikaoktatáson belüli történetiségre és a történeti elvre vonatkozóan merőben különbözőek, sőt részben divergálnak. Nyilvánvaló, hogy a fizikatanároknak tanácsra, támogatásra és tapasztalatcserére volt szükségük, különösen a történeti elv gyakorlati megvalósításának módját illetően. Egy több éves vizsgálat keretében megkíséreltek segítséget nyújtani a fizikatanároknak abban, hogy a fizikaoktatáson belüli történetiségben rejlő lehetőségeket jobban megismerjék és céljaik elérése érdekében sokoldalúan fel tudják használni. A pedagógiai folyamat számára a történeti elv révén egy olyan többlet keletkezett, mely határozottan elő tudja segíteni mind a képzési, mind a nevelési célok megvalósulását.

Tekintetbe véve, hogy a fizikatörténet és a fizikaoktatás közötti összefüggés szemmel láthatóan erősen vitatott, szükséges tájékozódni erről a kezdeményezésről, amelynek alapján a történetiség valamennyi tanuló fizikaoktatáson belüli képzése és nevelése érdekében egy viszonylag széles körben felhasználhatóvá és eredményesebbé tehető. Ugyanakkor fel kell tenni és meg kell válaszolni a történetiség oktatáson belüli tényezőire, elhelyezkedésére és funkciójára vonatkozó kérdéseket, mindvégig figyelembe véve a tanulók személyiségfejlődését, általános műveltségét és jellembeli-erkölcsi fejlettségét. E kezdeményezés mellett is szükség van azonban a további elemző gondolkodásra és a személyes aktivitásra.

Abból kell kiindulni, hogy a történeti elv, valamint a történeti és logikai dialektikus egysége között szoros kapcsolatok vannak. A történeti elv nagyon közel áll a pedagógiai folyamathoz, s úgy tekinthető, mint a történeti és logikai egységének egyik megjelenési formája. A történeti és logikai egységből levezethető történeti elv, lehetőséget kínál arra, hogy a gyakran túlnyomórészt logikai, illetve logikaira orientált fizikatanítást úgy tervezzük meg és alakítsuk ki, hogy — a logikaival egységben — a történetiség is áthassa és formálja az oktatást [2]. A történeti elv keretet és egyidejűleg tartalmilag orientált feltételeket képes kínálni ahhoz, hogy ezt a dialektikus egységet a fizikaoktatáson belüli megismerési és elsajátítási folyamat — annak tervezé-

se, megvalósítása és értékelése — számára szisztematikusan és átfogóan felhasználjuk. MARX, ENGELS, LENIN, valamint ROSENTHAL, KOPNIN, HÖRZ, WESSEL és más filozófusok jelentős téziseinek értékeléseiben [3] elméletileg megalapozottnak és gyakorlatban realizálhatónak bizonyult, hogy a fizikatanítás számára a történeti elv által megfogalmazott történeti-logikai egység különösen három alapelvben ragadható meg és mutatható be differenciáltan. Ezek az alelvek a fizikaoktatás megtervezésére és kialakítására irányulnak, és szabályok által mind a koncepcionális előrehaladást, mind pedig a közvetlen gyakorlati alkalmazást előkészítik [4]. Hatásaik főként az alábbi területeket érintik:

A történeti és logikai dialektikus egység, valamint
a fizikaoktatás történeti elve közötti összefüggések szemléltetése



- a fizikatanfolyamok és a mindenkor tantervek kidolgozását, valamint kialakítását (a tartalom kiválasztása, elrendezése stb. szempontjából);
- a tanterv interpretációját pl. a tanárképző tanfolyamokon (képzés és továbbképzés) s a publikációkban (pl. „Methodiken”, „Unterrichtshilfen”);

- a fizikamódszertan meghatározását és leírását (beleértve a pedagógiai-pszichológiai szempontok érvényesülését);
- a tanár hosszú- és rövidtávú oktatástervezését, valamint az erre épülő oktatási gyakorlatot.

Ha azt akarjuk, hogy a történeti elv alkalmazása a fizikatanításban valamennyi tanuló képzése és nevelése szempontjából gyümölcsözővé váljon, akkor szervesen integrálnunk kell azt az oktatás egészének stratégiájába és didaktikai-metodikai eszköztárába. Ez megköveteli a tanártól, hogy marxista-leninista alaptudását szorosan összekapcsolja a szakmai, metodikai és didaktikai tudással, egyidejűleg azonban biztosítsa a fizikaoktatáshoz való adaptációs iskolapolitikai, valamint pedagógiai-pszichológiai szabályozását. Eppen ezáltal lehet esetleges egyoldalúságokat kiküszöbölni, biztosítva az egész (a fizikaoktatás, az általános képzés, a szocialista személyiségek fejlődése) áttekintését. Egyidejűleg azonban pedagógiai képességekre, az oktatás iránti elhivatottságra van szükség, mely variabilitást, flexibilitást, kontinuitást és a lényeg látásának képességét biztosítja, s egyidejűleg a tanulók képzése és nevelése szempontjából is eredményt hoz. Minderre a továbbképzés rendkívül nagy hatást tud gyakorolni.

A dinamikus oktatásszervezés a tanártól nyitottságot, érdeklődést és aktivitást kíván. A pedagógusoknak azon kell fáradozniuk, hogy a tanulókat motiválják és ráhangolják a fizikatanulásra, s ezáltal a fizikatudományra, továbbá, hogy kialakítsák és megszilárdítsák világnézeti-filozófiai és erkölcsi alapjaikat.

Mit is jelent egy ilyen megközelítésben célratorőn és szisztematikusan alkalmazni a történeti elvet? A történeti elv megvalósulása a fizikaoktatásban elsődlegesen azt jelenti, hogy:

1. A fizika kialakulását és fejlődését a társadalmi fejlődéssel összhangban szemléljük, rávilágítunk a fizika tudományának a mindenkori társadalmi rendben betöltött szerepére és funkciójára. Különösen azzal, hogy:
 - a fizikatudományt a fizikaoktatásban társadalmi jelenséggént kezeljük, és feldolgozzuk azokat a változó minőségű kapcsolatokat, amelyek a fizika, illetve a termelés, a technika és a felhasználás különböző területei között fennállnak;
 - néhány csomóponton átfogóbban és komplexen dolgozzuk fel a fizikaoktatásban a fizika fejlődését;
 - feltárjuk a fizikaoktatás számára a fizika történetét, és lényeges elemeit szervesen integráljuk a tanulási folyamatba;
 - tekintetbe vesszük és felhasználjuk a szocialista személyiségformálás érdekében az ezzel kapcsolatos világnézeti-filozófiai aspektusokat;
 - az oktatás számára előkészítjük és a gyakorlatban alkalmazhatóvá tesszük a tudományfejlődés néhány jelenségét, pl. a tudományok differenciálódását és integrálódását (beleértve a fizikáét).
2. Feldolgozzuk és a tanítás során figyelembe vesszük a fizikatudomány belső fejlődését, különösen a fizikaoktatásra vonatkozó négy aspektust:
 - a fizikának és részterületeinek fejlődését;
 - fogalmainak, törvényeinek, elméleteinek és eszméinek kialakulását és fejlődését,
 - a fizikára vonatkozó megismerési eljárások és módszerek fejlődését és szerepét;
 - az oktatásban elért mindenkori tudásszintet, mint a fizika eddigi fejlődésének és a fizikaoktatásnak az eredményét, s mint a további megismerési folyamat kiindulási pontját.

3. Az oktatás kialakításában felhasználunk néhány ezzel kapcsolatos következtetést. Azzal különösképpen:

- átfogóbban kapcsoljuk be a történeti-logikai szemléletmódot a fizikaoktatás megismerési és tanulási folyamatába, amire előnyös lehetőség kínálkozik
 - a) az elsajátítandó fizikatudás oksági-genetikai és történeti-genetikai összefüggéseinek leírásakor és elemzésekor;
 - b) a fizikatanításon belül kimunkálható problémák történeti komponenseinek hangsúlyozottabb figyelembevételkor;
 - c) problémacentrikusan kialakított és beállított kísérleteknél (pl. az ún. történeti kísérleteknél);
 - d) az ebből a nézőpontból megfogalmazott speciális feladatoknál [5].
- Ismerjük fel és ültessük át a gyakorlatba az individuális és a társadalmi gondolkodás közötti összefüggésekből a következőket, hogy ti.:
 - a) a történeti-logikai szemléletmódot fel lehet használni az egyéni megismerési folyamatnak a történeti (társadalmi) megismerési folyamat lényeges momentumaihoz való orientálására;
 - b) tudatosabban figyelembe kell venni az átmenetet egy tudomány előtti állapotról egy tudományosan megalapozott világképre [6]. Különösképpen pedig a mindennapi tapasztalatok befolyását a kialakuló idő- és történeti tudatra, illetve a köztük létrejövő kölcsönhatásokat;
 - c) a fejlődés gondolatával számolva, kedvező viszonyokat kell kialakítanunk a fizikatananyag felépítése során a lineáris és koncentrikus előrehaladás között;
 - d) nagy figyelmet kell szentelnünk annak, hogyan teremtjük meg a tanuló „találkozásait” a megismerés tárgyával, illetve tanáraival és iskortársaival, mivel ezekben döntő hatótényezők rejlenek, pl. a fizikaoktatáson belüli visszatükrözési és szociális folyamatok szempontjából.

Végeztül még néhány megjegyzés azokhoz az intenciókhoz, amelyek terhelik a fizikaoktatáson belüli történeti elv alkalmazását. Természetes, hogy a fizikaoktatásnak szakoktatásnak kell maradnia, mely a fizika tantárgyhoz igazodik. Ennek ellenére a 80-as években is érvényes, hogy tudomásul vegyük és levonjuk a következtetéseket pl. WESSEL (1974) és PLESSE (1974) konstruktív gondolataiból [7]. A fizikatörténet elemeiről való lemondás, illetve a történetiségnek néhány névre, kevés számú fizikus teljesítményeinek bemutatására, évszámokra és esetleg kiegészítő illusztrációkra való redukálása túl kevés ahhoz, hogy egy megszületett és folyamatosan változó fizikatudományban rejlő képzési és nevelési értékeket a fizikaoktatáson belül egy kellően átfogó vonatkoztatási rendszerben feltárja. Nem szabad, hogy a szakmetodikai irodalomban említett történeti szemléletű formák [8] — a metodikai megragadhatóság egyes mennyiségi-minőségi lépcsői (bemutatás, beleszövés, megemlítés) — elszigetelten vagy mechanikus-additív módon terheljék a fizikaoktatást. Sokkal inkább egy szakmai és oktatási (tehát lényegében oktatásmetodikai és egyidejűleg didaktikai) szempontból megteremtendő szintézisről van szó, amelyet pl. a tartalom, az életkor és más tényezők figyelembevételével lehet metodikailag és didaktikailag kialakítani. Azokat az alapokat, amelyeket a képzés során kapott, illetve megszerzett a fizikatanár, oktató munkája számára neki magának kell folyamatosan és célra irányítottan kiépíteni ahhoz, hogy tudását és képességeit aktualizálni és állandóan fejleszteni tudja. Ebben a továbbképzés valamennyi formája érezhető támogatást nyújthat. Sok függ mindazonáltal attól, hogy mennyire használható, illetve

lesz használható a sajnos, nagyon szórványos irodalom. Hiányzik még egy, az oktatás számára használható fizikátörténet; már egy Max von LAUE-hoz kapcsolódó munka is segíteni tudna. A fizikatanárnak ez idő szerint különösen részletes leírásokra, útmutatásokra, forrásanyagokra stb. van szüksége ahhoz, hogy a fizikaoktatást a történeti elv szellemében megalapozottabban tudja megtervezni és kialakítani. Az utóbbi években pedagógiai előadásokon világították meg a tanárok, hogyan értelmezik és alkalmazzák a történeti elvet, milyen (részben maguk által készített) segédanyagokat használnak, és milyen segítséget igényelnek. A sokrétű lehetőséget biztosító történeti elv használata specifikus módon képes hozzájárulni ahhoz, hogy a fizikatanítás célkitűzései az NDK szocialista iskolájában magas szinten realizálódjanak.

JEGYZETEK

- [1] E megállapításhoz egy, a 70-es években az NDK egy járásában lebonyolított vizsgálat eredményei és következtetései szolgálnak alapul. A tapasztalat szerint a benne részt vevő tanárok körében, különösen a tanítási koncepció kipróbálása és a programhoz kifejlesztett oktatási segédanyagok keltettek nagy visszhangot.
- [2] A történeti és logikai kategóriáinak, illetve ezek sokrétű kölcsönhatásainak megértéséhez főként KOPNIN és ROSENAL nézetei, valamint a filozófiai szó-tárban használt meghatározások szolgálnak alapul.
- [3] Vö.: Irodalomjegyzék — a szerző „Zur Einheit von Historischem und Logischem im Physikunterricht der zehnklassiger polytechnischen Oberschule” című akadémiai disszertációja (APW 1976.), melynek alcíme: Kísérlet a fizikaoktatás történeti elvének kibővített felfogására. A csatolt irodalmi mutató válogatott cím-jegyzéket tartalmaz.
- [4] Ezt az eljárást a pedagógiában már többször alkalmazták (többek között H. KLEIN: Didaktische Prinzipien, 1959.). Elméleti tételek és gyakorlati megvalósítási lehetőségek mindenkor specifikus módon vannak összekapcsolva és a pedagógusoknak alkalmazásra felkínálva.
- [5] Beváltak azok a feladatok, amelyek a következő csoportokba sorolhatók:
 - I. a fizika tudományának és részterületeinek fejlődésével foglalkozó feladatok;
 - II. jelentős fizikusok létről és működésről vallott lényeges állításaihoz kapcsolódó feladatok;
 - III. fogalmak, elméletek stb. fejlődését bemutató feladatok (beleértve pl. bizonyos elképzeléseket, melyek a fizikátörténet során szerepet játszottak egyes fizikai folyamatok és jelenségek természetének magyarázatánál);
 - IV. olyan feladatok, melyek a fizikának a termelésben és a technikában való alkalmazására, valamint a tudomány és a társadalom fejlődésén belüli jelentőségére vonatkoznak;
 - V. néhány, a fizika keretén belüli megismerési módszer alkalmazását célzó feladatok;
 - VI. olyan feladatok, amelyek meghatározott nézetekkel vagy problémákkal való alapos foglalkozásra szólítottak fel, és állásfoglalásra készítettek.
 E feladatok sokrétű didaktikai-metodikai alkalmazása a fizikaoktatás tartalmi gazdagodásának megélénkülését eredményezte, s egyidejűleg a tanulóknál érdeklődést és tanulási készséget váltott ki. A kipróbálást követő vizsgálatok ezt megfelelő mértékben igazolták.
- [6] PLANCK ezzel kapcsolatban az antropomorfia változásáról beszél. (Vö.: Planck, M.: Das Weltbild der neuen Physik. I. A. Barth-Verlag, Leipzig, 1965.)
- [7] Vö.: WESSEL, K—F.: Die weitere inhaltliche Ausgestaltung der Oberschule und die weltanschaulich-philosophische Bildung und Erziehung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht.
 PLESSE, W.: Über Bedeutung und Potenzen der marxistischen Grundposition zum Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft für die weltanschauliche Bildung und Erziehung in der soz. Schule. In: Wissenschaftl. Hefte des Pädagog. Instituts Köthen, Sonderheft 1964., S. 48., ill. S. 120.

- [8] Vö.: WEHNER, R.: Über den Wert geschichtlicher Betrachtungen im Physikunterricht. In: Physik in der Schule 2 (64) 7/8.
 HASPAS, K.: Methodik des Physikunterrichts. VWV, Berlin 1970
 SCHMIDT, S.: Die Geschichte der Physik im Physikunterricht In: Physik in der Schule 9 (71) 11.
 RIEDEL, G.: Historische Betrachtungen im Physikunterricht — ...; Pädagogische Lesungen 1975 und 1985.

BÓDI OTTÓNÉ tanár
 Sopron, Ferenczi János utcai Általános Iskola

A fizika és a történelem koordinációja az általános iskolában

Az elmúlt években *A Fizika Tanításában* több cikk jelent meg a fizika és más tantárgyak közötti koordinációról; így a fizika és kémia, a fizika és matematika, a fizika és környezetismeret, a fizika és technika kapcsolatáról. A felsorolt tantárgyak többsége a természettudományok körébe tartozik, tehát szükségszerűen adódik a közös pontok keresésének igénye. A történelem a társadalomtudományok közül való, mégis meglepően sok közös ismeret, adat található a fizikában és a történelemben.

A fizikatanterv szerint mindig tanítjuk a tudósok neveit, származását, születési évét, akikről mértékegységeinket, törvényeinket elneveztük. Ilyenkor néhány mondattal megemlékezünk a történelmi korról, amelyben éltek, tudományos felfedezéseiket megalkották.

Történelmet 5. osztálytól, fizikát 6. osztálytól tanulnak az általános iskolások. Mire építhetünk, mire hivatkozhatunk az egyes évfolyamokon a tanulók történelmi ismerteiből?

A 6. osztályban a „Bevezetés” az első óra, ahol a fizikát, mint az egyik természettudományt említjük. Történelemből tanulóink az 5. osztályban tanultak a tudományok születéséről, arról, hogy az ókorban élt népek megfigyeléseket végeztek, ezeket lejegyezték és ismereteiket alkalmazták is. Csatornákat, gátakat építettek, földmérést végeztek. Csillagászati megfigyeléseik alapján naptárt készítettek. Építészeti eredményeiket a mai napig is csodálhatjuk: az egyiptomi piramisokat, templomokat, szobrokat; a kínai nagyfalat; Hammurapi törvényoszlopát; a görög olimpiai tornacsarnok oszlopmaradványait, a Parthenont, a színházat; a római borostyánkőutat, Róma kőszínházait, épületeit stb.

A fizikáról mint tudományról ebben a korban még szó sincs, hisz a specializálódás később kezdődött el.

A mágneses alapjelenségeknél beszélünk az iránytűről. Történelemből már előzőleg tanulják, hogy a kínaiak ismerték és alkalmazták.

A *sűrűség* tanításakor említhetjük meg, hogy az ókorban ércet olvasztottak, bronzot készítettek rézből és ónból. Aranyból és ezüsből finoman megmunkált ékszereket, dísz tárgyakat készítettek, de épületek és nagyméretű szobrok díszítésére is használták. Voltak üvegtárgyaik, a porcelánt a kínaiak találták fel.

Az *erő* fogalmának kialakításakor hivatkozhatunk az ókor építészetének képeire, amelyeken az erő irányát, az erő támadáspontját értelmezhetjük.

A 8. osztály első témaköre „Az elektromos áram”. Az *áramforrások* tanításánál hivatkozhatunk *Jedlik Ányos* dinamójára, a fogyasztók köréből Edison izzólámpájára. Ezekről a történelemkönyv is említést tesz.

A második témakörben a *nyomást*, a nyomóerőt és a nyomott felületet számíttatva a feladatok szövegeit választhatjuk a középkori várak, az ókori épületek, piramisok, a kínai nagy fal adatainak felhasználásával. Tárgyi emlékek bizonyítják, hogy a legrégebb építmények létrehozásakor figyelembe vették az oldalnyomást, amelyet ferde falakkal, támasztópillérek alkalmazásával ellensúlyoztak.

A *testek úszásakor* visszapillantunk az ókori népek hajózására, de utalhatunk a hadiflották és a kereskedelem különféle hajóira. A merülésre példa lehet a torpedóval ellátott tengeralattjáró.

Az *egyszerű gépek* tanítását érdekessé teszi *Arkhimédész* hadigépeinek említése. A piramisok és egyéb monumentális épületek létrehozásában emelőt, lejtőt, csigát, éket használtak. A történelemkönyvekben képek is illusztrálják ezeknek az egyszerű gépeknek a használatát.

Az „Erőgép, gőzturbina” című rész foglalkozik a *munkaeszközökkel, munkagépekkel*. Az ősember pattintott kőszerszámaival, az ókoriak fémeszközein keresztül juthatunk el a középkorban használt kaszához, sarlóhoz, amelyek napjainkban is ismertek. A 7. osztályos történelemkönyv a vető-, a csépelő- és az aratógépet mutatja be.

James Watt gőzgépe lehetővé tette a gőzeke megalkotását. A gőz energiáját *Fulton* gőzhajó, *Stephenson* gőzmozdony működtetésére használta. Az ipari forradalom idején jött létre az egyszerű szövőszékből a szövő- és fonógép. Adataik összehasonlításával a *teljesítmény*, illetve a *hatásfok* számításához kapunk példákat.

A középkorban szélmalomokat és vízimalmokat építettek, az 1870-es években vált Budapest a világ legnagyobb malomipari városává azáltal, hogy a malomkövet a *Mechwart-féle* acél hengerekkel helyettesítették.

A belső égésű motor porlasztójának feltalálói, *Bánki Donát* és *Csonka Jánost* már ismerik a tanulók a 7. osztályos történelemkönyvből. Ugyancsak itt találkozunk *Benz*, a benzinmotoros gépkocsi és *Diesel*, a nyersolajjal hajtott motor feltalálójának neveivel. A 8. osztályban „A testek mozgása” az első témakör. A *sebesség*, az út és az idő kiszámítására adott feladatok szövege sok történelmi példára támaszkodhat: a marathoni futás 42 km-es távja, az első magyar vasút, a Millenniumra megépült földalatti stb. „A elektromos áram hatásai, az indukció” a következő témakörben az említésre kerülő magyar feltalálók neveivel már találkoztak a tanulók 7. osztályos történelmi tanulmányaik közben. Így *Jedlik Ányos* a dinamó, *Déry Miksa*, *Bláthy Ottó* és *Zipernovszky Károly* a transzformátor tökéletesítése; *Puskás Tivadar* a telefonközpont, *Kandó Kálmán* a vasútvillamosítás terén elért eredményeivel. Ugyanitt olvashatjuk *Morse*, *Bell*, *Marconi*, *Popov*, *Edison* nevét is.

A fizika és a történelem koordinálóját vizsgálva nem elemeztem a megvalósítási módjait, célom csupán a figyelem felkeltése volt e terület iránt.

Perifériaellátás — olcsóbban

A szeptemberben életbe lépett új oktatási törvény a köznevelés megújulásának formai-jogi keretét adja meg. A tartalmi megújuláshoz azonban még sok erőfeszítés szükséges. Ennek egyik látványos, de gondokkal terhes eleme az iskolai számítógépes program, mely 1983-ban a HT 1080Z számítógépek szétesztásával és a tanárok első csoportjainak kiképzésével kezdődött. 1986 őszére már „generációváltás” történt az iskolai számítógépek választékában: a korábbinál sokkal olcsóbb áron jelentős minőségi kínálat mutatkozik a piacon hazai és külföldi gépekből. A perifériaválasztékban nemcsak a „hagyományos” nyomtató és floppy, hanem az irányítástechnikai perifériák, valamint a különféle illesztő, interfész eszközök (pl. audiovizuális vezérlő) is szerepelnek.

Ez azért is fontos fejlemény, mert az iskolaszámítógépes programnak nem az a kizárólagos célja, hogy a számítástechnika mint új tananyag a képzés tartalmába bekerüljön. Az is cél, hogy a számítógép az iskolai jelenlétével hozzájáruljon egy egész sor új tartalom (pl. a számítógépes mérés, -vezérlés, -folyamatszabályozás, -robottechnika) beviteléhez, illetve a régi tartalmak újragondolásához, mint például az új audiovizuális technikák felhasználása a tantárgyi szemléltetésben, a tananyag feldolgozásában. A hagyományos számítógép-perifériák (nyomtató és floppy) iránti igény nem tekinthető luxus igénynek, a gyors és biztonságos programbeolvasás és -mentés, valamint a program pillanatnyi állapotának papírra rögzítése az iskolai munkában szükséges. Inkább az a gond, hogy bár az árak csökkentek, az alapgép/perifériák árarány lényegében változatlan az utóbbiak túlsúlyával. Az iskolák a rendelkezésre álló szűkös keretből inkább a periféria nélküli alapgépek számát igyekeznek növelni, hogy a tanulókat gép elé ültethessék. Ezt nagymértékben elősegítette a Commodore—16, majd a C plus4 gépek importja és alacsony ára, mely a hazai termékek árát is (a vásárló szempontjából) kedvezően befolyásolta. A COMMODORE Datassette, bár lassan, de elég megbízhatóan működik. Ugyanezt a „rég” HT-gépek mágneskazettás adatrögzítő egységéről már nem mondhatjuk el, ami e gépek megítélését is hátrányosan érinti. A gép képességei egy floppyval jobban érvényesülhetnének. Hazai mágneslemez-es egység és interfész ugyan kapható a HT-hez, de drága, a kettő együtt több mint százezer Ft. A periféria hiány feloldásának célszerű módja a meglévő perifériák közös használata lenne.

A sokféle géptípus együttes használatát az iskolákban tényként kell elfogadnunk. Az egyedi periféria illesztés viszont a közös periféria használat ellen hat.

A különféle szabványú periféria-csatlakozófelületek dzsungelében vezérfonalként kínálkozik a Commodore-gépek „Serial” elnevezésű soros adatátviteli csatlakozója. A hajlékony mágneslemez-es egységek és az olcsóbb nyomtatók zöme is csatlakoztatható a Serial-buszra. A C 64, C 16, C 116, C plus4, C 128, VIC 20 mikroszámítógépek a hazai felhasználók körében is nagy sikert arattak. Az alapgépek mellett nagyszámú MPS 801—803 nyomtató és C—1541 floppy, valamint számos egyéb, lényegében ezekkel csereszabatos periféria is megtalálható. A Serial-busz előnyeinek kiaknázására, a sokféle géptípus-hoz közös nyomtató és floppy használatára a Real Team GM kifejlesztette és bemutatta a Realnet (eleinte Minet) elnevezésű interfész-egységet. Az OPI Természettudományi Osztálya 1986 nyarától használja az interfész egy példá-

nyát a különféle gépek közös perifériákra kapcsolására, így számot adhatunk a huzamosabb működtetés tapasztalatairól; a közös periféria-használat sajátosságairól is. A legfontosabb előny, hogy ezzel az interfésszel az iskolai számítástechnikai laborok létesítési költsége jelentősen csökkenthető. Tapasztalatunk szerint a Realnet interfésszel 6 gépenként 1 nyomtató és 1 floppy minden igényt kielégítő, kompromisszumos megoldást nyújt. Egy ilyen rendszer C 16, C plus4 gépekkel kb. 160 ezer Ft, míg gépenként külön nyomtatóval és floppyval kb. 600 ezer Ft.

A perifériák közös használata az iskolai munkában különösebb zavart vagy szervezési problémát nem okoz. A szokásos körülmények között a perifériák kihasználtsága olyan alacsony, hogy a közös periféria-használat a kapacitásfelesleg rovására történik, melynek mértékéről magunk is meggyőződhetünk, ha megfigyeljük, hogy milyen ritka az igazi torlódás. Az interfész a periféria-használati igényeket sorbanállás alapján teljesen automatikusan teljesíti. Az interfész használatához semmiféle hardver vagy szoftver kiegészítő ismeret nem szükséges, a felhasználó nem vesz tudomást annak jelenlétéről. A Realnet használhatóságát növeli, hogy a HT-gépek is bekapcsolhatók a közös periféria-rendszerbe a HT—COMMODORE-illesztő segítségével. Ez a másik interfész a HT párhuzamos buszára csatlakoztatva kialakít egy Serial-csatlakozást. A „logikai illesztést” egy Z80+EPROM végzi el, így a HT kezelni tudja a 1541-et és az MPS-nyomtatókat, a megszokott Commodore-konvenciók szerint, csak néhány jelentéktelen szintaktikai eltérés van, ezeket az egyoldalas használati leírás tartalmazza. A HT-gépek illesztését különösen indokoltá teszi az a tény, hogy azokra sok program készült, és jelentős felhasználói tapasztalat gyűlt össze az iskolákban. Kár lenne ezt a sok értéket a perifériaellátatlanság és bizonytalanság miatt a gépekkel együtt leírni és kidobni. Hadd működjenek azok tovább, egészen a fizikai amortizációig! Vannak bizonyos számítástechnikai tevékenységek, amelyekre a HT képességei is elegendőek lesznek, még a PC-k korában is!

Az ismertetett két interfész az OPI-ban jól vizsgázott, használata egyfajta új megoldást jelenthet a többféle géptípusra épülő alapellátásban, a különböző géptípusok egységes rendszerré szervezésében.

A gyártó nyilatkozata szerint 1987-ben mindkét interfész ára 10 000 Ft alatt lesz, ha sikerül adókedvezményt kapni az oktatási segédeszközök forgalmazására. Az új interfészeszközök iskolai használatát ajánljuk, és mintarendszerünket az érdeklődőknek szívesen bemutatjuk.

Felhívjuk Olvasóink figyelmét!

A 7. osztályos ENERGIA című (fizika) fakultatív foglalkozáshoz tankönyv jelenik meg az 1987/88. tanévre a Tankönyvkiadó gondozásában.

A tankönyv szerepel az előzetes tájékoztatásként megjelent tankönyvjegyzékben is (Művelődési Közlöny 1986. évf., 19. sz., 1141. o.).

A könyv a többi tankönyvvel együtt rendelhető meg.

Szimmetria — rekurzivitás — számítógépes grafika

Ha az iskolai számítógépek eddigi oktatási-nevelési szerepét vizsgáljuk, máris több alkalmazási terület különíthető el. A számítógépet használhatjuk a tanórán megfelelő programokkal demonstrációra, gyakorlásra, számonkérésre. Segítségével programozási ismereteket taníthatunk fakultáción vagy szakkörön. Speciális eszközökkel, interfésszel kiegészítve alkalmassá tehetjük fizikai-kémiai mérések kiértékelésére avagy vezérlési-szabályozási folyamatok elvégzésére. Szabadidős tevékenység (pl. klubfoglalkozás, napközi) keretein belül játszótárs is lehet, de az iskolai adminisztrációs munkát is megkönnyítheti. E széles körű iskolai alkalmazást tekintve, a számítógéphez kapcsolt monitoron vagy tv-készülék képernyőjén mindig az adott feladatnak megfelelő kép jelenik meg: ábra, grafikon, táblázat, számérték, szöveg, esetleg játékpálya; azaz, mindig olyan információ, mely a továbblépéshez nélkülözhetetlen.

Miért ne lehetne a megjelenítés célja maga a kép, csupán szépsége, érdekessége kedvéért? Nagy számítógépekkel, a hozzájuk kapcsolt nyomtatókkal vagy rajzgépekkel már régóta készítenek számítógépes grafikákat, sőt a grafikának kialakult ezáltal egy olyan ága, melyet „computer art”-nak neveznek.

A mikrogépek nagyfelbontású grafikája kiválóan alkalmas finom rajzolatú ábrák készítésére, és ezek a nyomtató segítségével könnyen „papírra vehetők”. De ezekben a rajzokban való pusztá gyönyörködésen túl, a rajzok mögött, készítésük során mélyebb összefüggéseket is felfedezhetünk. Olyan absztrakt fogalmakat kutathatunk, illetve elemezhetünk, mint például a *szimmetria*, illetve a *rekurzivitás*. Az elkészült grafikák ismét újabbak készítésére sarkallnak, ezáltal újabb ötletek születhetnek. Másfajta örömet nyújt az ilyen programok írása tanárnak és diáknak egyaránt, mint a hagyományos ügyességi, logikai játékoké. Itt a hangsúly az ötleten, a megvalósítás útjainak felfedezésén, és magán az eredményen, a rajzon van. A hatás mégis kölcsönös: a rekurzió útján létrejövő szimmetrikus alakzatok még jobban megvilágítják a tudomány e két fogalmát.

Ezzel a cikkel szeretnénk ötleteket adni a számítógéppel foglalkozó tanároknak és érdeklődő diákoknak ahhoz, hogy a számítógép grafikai lehetőségeit ki tudják bontakoztatni maguk és környezetük örömeire, melyet a programozási problémák megoldása, illetve a látvány szemlélése során nyernek. A konkrét grafikák elemző bemutatása előtt a szimmetriáról, a rekurzivitásról, valamint a LOGO programnyelvről szólnunk.

Szimmetria és rekurzivitás

A való világ dolgai a megfigyelő szempontjából a rendezettség és rendezetlenség kategóriái között oszlanak meg. A valóság azon részeit, melyeket a struktúrához tudunk illeszteni — ismétlődő megjelenésük révén mozgásaikat előre jelezni tudjuk — a tudomány tárgyköréhez soroljuk. A rend strukturális kérdései nemcsak az elméleti ismeretszerzés, hanem egyben a gyakorlat szempontjából is jelentősek. Ezt egy harmadik szempont, az újratерemtés, átformálás művészeti szempontjából fogjuk megvizsgálni. A rend egyik megnyilvánulási formája a *szimmetria*, mely évezredek során a csillagászat, a fizika, a matematika és általában a tudományok rendszerező elvévé vált. Az

emberiség fejlődése során a test kétoldali szimmetriájából kiindulva filozófiai elmélkedéseken keresztül a matematikai absztrakció által vezetve alakult ki az egyetemes szimmetria fogalma.

Másik kulcsfogalmunk a *rekurzió*, mely a valóság számtalan aspektusában fellelhető. Ha az életet a biológia nagyítóján keresztül vizsgáljuk, és lehátunk a DNS-molekulákig, akkor azt látjuk, hogy az ember három méter hosszúságú 3 milliárd triple-et tartalmazó kettős spirálja csak akkor kódolhatja az emberi test teljes szerkezetét, ha annak felépítésére nézve rekurzív utasításokat tartalmaz. Vagy egy másik terület, az emberi gondolkodás, melynek vonatkozási köre szükségképpen tartalmaz önmagára utaló jegyeket.

Ez azután végtelenségig folyó visszavetítésekhez vezet. Jó példa erre a görögök krétai paradoxona. Tehát gondolkodásunk olyan fogalmakkal is operál, amelyeknek vonatkozási köre magát a fogalmat is tartalmazza. Az önmagára való visszautalás nem küszöbölhető ki az emberi nyelvből, csak akkor, ha ezt a valódi informatív nyelvet nagyon szűk keretek közé szorítjuk. A logikai kutatások során megdöbbentő erejű hatása volt azoknak a felismeréseknek, melyek szerint a természettudományos állításokat nem lehet teljesen megtisztítani az önmagukra való visszautalások végtelen láncától, értelmük végtelen reflexiójától, a rekurziótól. Ez jelentős akadályként áll az önmagunkról való gondolkodás és általában a deduktív módszert alkalmazó egzakt tudományok előtt.

A síkgeometriai szimmetria — ami cikkünk tárgya is — harmónia, rendezettség szépség érzetét kelti a szemlélőben. Ezt a szépséget szeretnénk a számítástechnika, különösképpen a LOGO programnyelv nyújtotta grafikai lehetőségek és rekurzív programozhatóság révén bemutatni, utalva persze az elmélyült matematikai ismeretekkel rendelkezők számára — a csodálaton túl — a szimmetria belső összefüggéseinek egzakt szerkezetére. (A szimmetria és a rekurzivitás elméletével részletesebben foglalkozó műveket a cikk végén ajánlott irodalomként közöljük a téma iránt érdeklődők számára [1., 2., 3., 4.])

Egyszerű lehetőség bonyolult grafikákhoz: LOGO

Ejtsünk néhány szót a LOGO programnyelvről, mely grafikus lehetőségei játszva vezetik be az érdeklődőt a számítógép világába, melynek néhány alapvető parancsával a gyerekek is szívesen „eljátszanak”, sőt a szép minták készítése közben a szimmetriával és az ismétlődésekkel kapcsolatban matematikai problémák megoldásával is sikeresen próbálkoznak.

A LOGO-t eredetileg a MIT-nél (Massachusetts Institute of Technology) dolgozták ki Seymour Papert irányítása alatt, amely lényegileg a LIPS (List Processing) nyelv egy dialektusa. A LISP nyelvet a mesterséges intelligencia-kutatására fejlesztették ki a hatvanas években nagyszámítógépekre. A MIT a LOGO kidolgozását az oktatás igényeinek figyelembevételével és a mikroszámítógépek tömeges elterjedésével adódó lehetőségek kihasználása révén kezdte meg.

A LOGO olyan eljárásnyelv, melyben a programozási feladatot kis részekre bontjuk, mindegyikhez egy önálló programeljárást írunk, majd ezeket az eljárásokat újabb eljárásokban alapeljárásként felhasználva jutunk el az eredeti feladat megoldásához. Új eljárásokat definiálunk, így tulajdonképpen kiterjesztjük a nyelvet mindaddig, míg a programozási feladat egyetlen új eljárás meghívását jelenti. Ily módon a legbonyolultabb programozási feladatot is egyszerű problémák megoldására vezethetjük vissza, sőt, a program tömörebb

és lényegesen egyszerűbb lesz, mintha más hagyományos, szubrutin-szervezésű nyelven írtuk volna meg (pl. BASIC-en).

Ez a nyelv tehát *strukturált programozást* tesz lehetővé, mivel a teljes programeljárások egymásutánjából áll. Az eljárások külön-külön, a többitől függetlenül változtathatók, és tesztelhetők, így jelentős flexibilitást nyújtanak a programok szemantikai szerkezetének módosítása terén.

A BASIC-értelmezővel készülő személyi számítógépek majdnem mindegyikéhez készült már LOGO értelmező (interpreter). E cikk grafikáinak készítésekor a Commodore 64 számítógépre a MIT által készített LOGO interpretert használtuk. A képernyőn megjelenő, teknősbékának nevezett stilizált alakzat mozgását mindig egy lokális polárkoordináta-rendszerben adjuk meg. Ebben adott egységgel előre vagy hátra, adott szöggel jobbra vagy balra mozoghat, miközben vonalat rajzol vagy éppen nem hagy nyomot a teknőc. A parancsnok a mozgás irányát jelentő szavak angol megfelelőjéből, illetve az adott egységekben mért számértékekből állnak. A LOGO-ban a végrehajtandó eljárást tartalmazó programot mindig TO-utasítással, illetve az azt követő eljárásnévvel, valamint a programlistával kell folytatni.

A LOGO hatékonyságát a rekurzív eljárások definiálhatósága adja. A rekurzív eljárások által készíthető rajzok nem rekurzív módon is megvalósíthatók (persze mérhetetlenül nagyobb munka árán₁). Ez már abból is következik, hogy a rekurzív-eljárás igazi hatékonysága abban rejlik, hogy képes visszalépni az önmaga utolsó hívásából (a legmélyebb hívásnak vagy a legutolsó hívási szintnek nevezett eljárásból), és befejezni a hívóeljárást minden visszalépési szinten. (Lásd: Ajánlott irodalom)

Mintapélda

Az eddigiek illusztrálására bemutatunk egy bináris fát megjelenítő rekurzív eljárást. Olyan programot írunk, mely egy V-alakú ábrát rajzol, majd akár változó, akár változatlan paraméterrel (ághossz) hívja önmagát, és az ágak végére újabb V-alakú ábrákat készít. Ehhez először az alapábrát kell felépíteni elemi mozgásokból. Esetünkben legyen az eljárás neve FA és paramétere az ág hossza, a :HOSSZ nevű változóval.

```
TO FA: HOSSZ
  LEFT 45
  FORWARD: HOSSZ
  BACK: HOSSZ
  RIGHT 45
  RIGHT 45
  FORWARD: HOSSZ
  BACK: HOSSZ
  LEFT 45
END
```

```
TO FA: HOSSZ: N
  IF: N<1 STOP
  LT 45 FD: HOSSZ
  RIGHT 45
  FA: HOSSZ: N—1
  LEFT 45
  BK: HOSSZ RT 45 RT 45 FD: HOSSZ
  LEFT 45
  FA: HOSSZ: N—1
  RIGHT 45
  BK: HOSSZ LT 45
END
```

Megjegyezzük, hogy a teknőc kiinduló és véghelyzete azonos. Mivel a fa ágainak végére újabb fát kívánunk rajzolni, ezért a teknőc odaérkezése után be kell iktatni a programba a FA: HOSSZ-eljárást. A módosított program (az eredeti elemi mozgások nevét rövidítésekkel helyettesítve) a következő lesz:

Az eljárás paraméterlistájára egy újabb :N-változót is felvettünk, melynek célja, hogy az eljáráshivás végtelen láncolatát megszakítsa valahol. Itt :N a fa elágazási szintjei számát tartalmazza. Ha értéke egynél kisebb, nem kell több V-alakot rajzolni a legutóbbi ág végére. Ilyenkor a STOP-utasítás éri el, hogy a vezérlés a hívóeljárásba visszakerüljön. A fát szűkcésszive kisebb és kisebb ágakkal is megrajzoltathatjuk (elkerülve így az ágak egymásba metszését), ehhez a rekurziót adó FA :HOSSZ :N—1-eljáráshivás helyett a programban például a FA :HOSSZ*0,5 :N—1-eljárást írjuk, ezáltal az újabb ág hossza az előzőnek fele lesz.

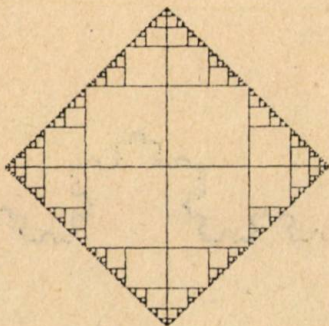
Nézzük, hogyan hajtja végre a LOGO interpreter az így definiált rekurzív programot lépésről lépésre, ha a FA 40 2 aktuális paraméterértékekkel hívjuk: (a teknőc aktuális helyzetét végrehajtás után ▲ jelöli).

A sémát követve a FA 40 2 eljárás esetén

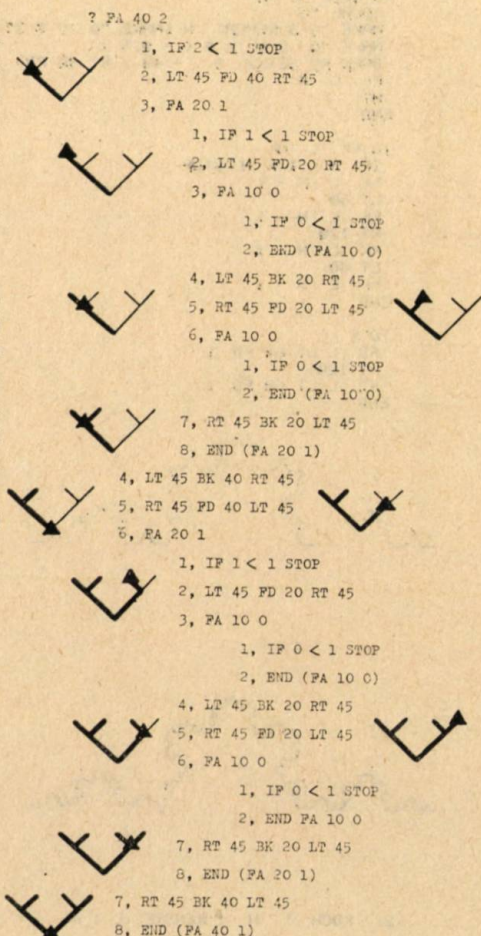
1. a LOGO teszteli, az :N-változó zérus-e;
2. a függőleges irányból indulva 45°-ot balra fordítja a teknőcot, ez 40 egységgel előre halad, majd visszafordul a függőleges irányhoz;
3. a LOGO meghívja a FA 20 1 eljárást, a FA 40 2 eljárás további utasításai most nem kerülnek végrehajtásra.

A FA 20 1 eljárásban 1. a LOGO teszteli, az :N-változó zérus-e, 2. a LOGO függőleges irányból indulva 45°-ot balra fordítja a teknőcot, az 20 egységgel előrehalad, majd visszafordul a függőleges irányhoz, 3. a LOGO meghívja a FA 10 0 eljárást, a FA 20 1 eljárás további utasításai most nem kerülnek végrehajtásra.

A FA 10 0 eljárás a tesztelés után befejeződik egy STOP utasítással, ami a hívó FA 20 1 eljárás hívást követő utasítására adja a vezérlést. Így a rekurzív hívás egyik láncolata legmélyebb szintjéről egy szinttel visszalépünk. A program végrehajtása ezek szerint folytatódik. Ha végrehajtjuk a RT 45 REPEAT 4 [FA 50 7 RT 90] programot, akkor az 1. ábrán levő



1. RT 45 REPEAT 4 [FA 50 7 RT 90]



négyzetek sokaságát kapjuk, mely végtelenül finomodó rendszer képzetét kelti.

A mintapéllda eljárásainak részletes bemutatása után térjünk át a további ábrák vizsgálatára és készítési eljárásaik bemutatására.

Néhány érdekes grafika bemutatása

A következőkben újabb, bonyolultabb grafikák elkészítési módját is leírjuk, és közöljük a LOGO-program listáját is.

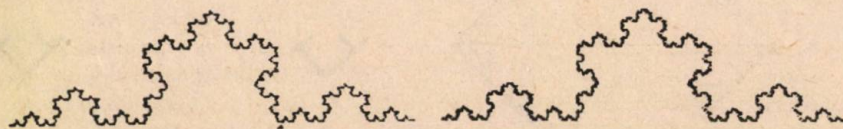
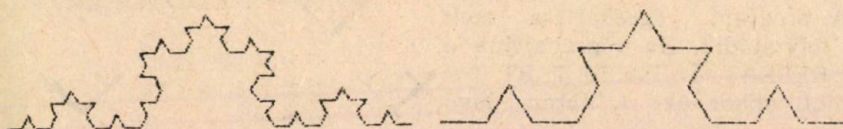
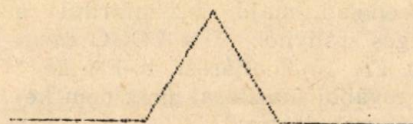
A triadikus Koch sziget (hópehely, 2. ábra).

Vegyünk egy egyenlő oldalú háromszöget. Minden oldal középső harmadát helyettesítsük egy, az eredetihez hasonló egyenlő oldalú háromszög két oldalával, vagyis egy V-alakkal. Ennek oldalai az eredeti háromszög oldalainak harmadrészei. Első lépésben egy David-csillagot kapunk. Az előző eljárást folytassuk a csillag minden oldalával, és ezt újra meg újra a végtelenségig. A konstrukció során bizonyos pontok, például a háromszög csúcspontjai soha nem mozdulnak, míg mások lépésről lépésre vándorolnak. A mozgás egyre kisebb és kisebb, így bizonyos határponthoz konvergálnak. Ezek a pontok de-

```
TO KOCH :L :N
  LOCAL "G
  MAKE "G 3 REPEAT :N [MAKE "G :G * 3]
  MAKE "G :G * :L * (- 0.5)
  DRAW PU SETXY :G (- 40) RT 90 PD
  KK :L :N
  HT
  END
```

```
TO KK :L :N
  IF :N < 1 K :L STOP
  KK :L :N - 1
  LT 60
  KK :L :N - 1
  RT 120
  KK :L :N - 1
  LT 60
  KK :L :N - 1
  END
```

```
TO K :L
  FD :L LT 60 FD :L
  RT 120
  FD :L LT 60 FD :L
  END
```



2.) KOCH :L :N < RENDRE :L = 81, 27, 9, 3, 1 ÉS :N = 0, 1, 2, 3, 4 >

finiálják a triadikus Koch-féle sziget határát. Ezen határ által körülzárt terület véges, hiszen a kiinduló háromszög köré írt körből soha nem lép ki. Az eljárás során keletkező poligonok hossza mindig $4/3$ -szorosára nő az előző lépéshez képest. Cesaro megállapítása szerint a határgörbe végtelen hosszú, folytonos, de nem differenciálható görbe [7].

Az általunk készített rajzok a kiinduló háromszögnek csak egyik oldalán végbemenő változásokat mutatják. Látható, hogy a fenti konstrukcióval előállított poligonosereg önhasonló, értve ezen azt, hogy a poligonok következő generációi mindig az előző generáció elemeiből építkeznek a globális struktúra megtartása mellett. Itt az alapstruktúra a négy szakaszból álló poligon (lásd a 2. számú ábrát). Módosítsuk az alappoligont a 3. ábrának megfelelően! Az előző önhasonló konstrukcióval egy síkkötő görbét kapunk.

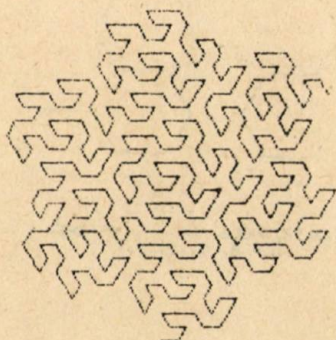
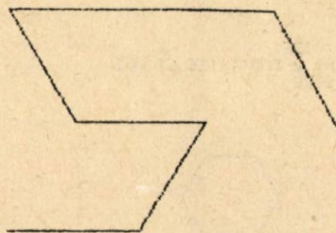
```
TO HEXAHIXA
DRAW FULLSCREEN
PU BK 104 RT 90 PD HEXA 10 2 HT
END
```

```
TO HEXA :L :N
IF :N = 0 HEX :L STOP
HEXA :L :N - 1 LT 60
HIXA :L :N - 1 LT 60
HIXA :L :N - 1 RT 60
HEXA :L :N - 1 RT 60
HEXA :L :N - 1 LT 60
HEXA :L :N - 1 RT 60
HIXA :L :N - 1
END
```

```
TO HIXA :L :N
IF :N = 0 HIX :L STOP
HEXA :L :N - 1 LT 60
HIXA :L :N - 1 RT 60
HIXA :L :N - 1 LT 60
HIXA :L :N - 1 LT 60
HEXA :L :N - 1 RT 60
HEXA :L :N - 1 RT 60
HIXA :L :N - 1
END
```

```
TO HEX :L
FD :L LT 60 FD :L LT 120 FD :L RT 60
FD :L RT 120 FD :L FD :L RT 60 FD :L
END
```

```
TO HIX :L
FD :L LT 60 FD :L FD :L LT 120 FD :L
LT 60 FD :L RT 120 FD :L RT 60 FD :L
END
```



3. > HEXA 80 0 HEXAHIXA

Nyílhegy görbe (4. ábra)

Ez a görbe a Koch-féle konstrukció általánosításával keletkezik, ugyanis itt az alappoligont a következő lépéshez való felhasználás előtt bizonyos szimmetria-transzformációnak vetjük alá. Vagyis az alappoligon egyes oldalainak helyzetétől függően vagy az alappoligont, vagy annak tükörképét rajzoljuk meg az új generáció képzése során. Sierpinski elemezte ezen törött vonalak határgörbéjének tulajdonságait, és megállapította, hogy a görbe minden pontja önátmetszési pont, tehát a görbe minden pontban metszi magát. Természetesen ez a görbe is végtelen hosszú [6].


```

TO TRIANGLE :DEPTH :SIZE
  DRAW FULLSCREEN
  PU SETXY - 120 ( - 100 ) PD
  RT 30 + 60 * ( :DEPTH - 2 * QUOTIENT :DEPTH 2 )
  TRIANGLE :DEPTH :SIZE HT
END

```

```

TO TRIANGLE :DEPTH :SIZE
  IF :DEPTH = 0 A :SIZE STOP
  TRIANGLE :DEPTH - 1 :SIZE RT 60
  TRIANGLE :DEPTH - 1 :SIZE RT 60
  TRIANGLE :DEPTH - 1 :SIZE
END

```

```

TO TRIANGLE :DEPTH :SIZE
  IF :DEPTH = 0 B :SIZE STOP
  TRIANGLE :DEPTH - 1 :SIZE LT 60
  TRIANGLE :DEPTH - 1 :SIZE LT 60
  TRIANGLE :DEPTH - 1 :SIZE
END

```

```

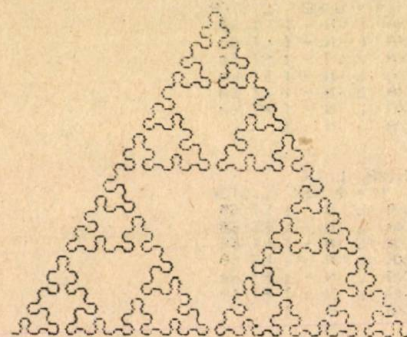
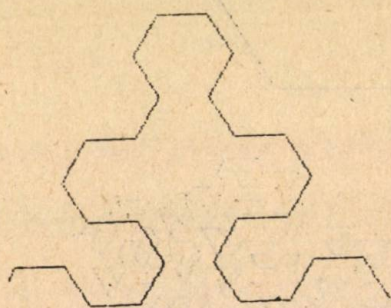
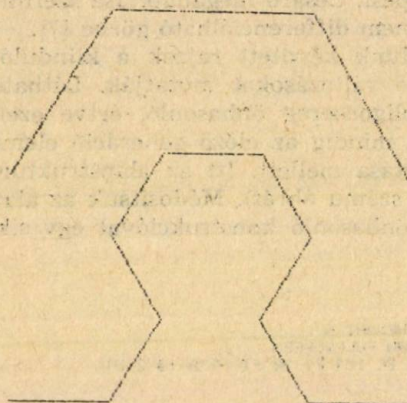
TO A :SIZE
  REPEAT 2 [FD :SIZE RT 60]
  FD :SIZE
END

```

```

TO B :SIZE
  REPEAT 2 [FD :SIZE LT 60]
  FD :SIZE
END

```



4.) TRIANGLE :N :L (RENDRE :L = 120, 60, 30, 15, 7.5, 3.75 ÉS
:N = 0, 1, 2, 5)

Kvadratus Koch-konstrukció (5. ábra)

A most bemutatásra kerülő görbe kiinduló poligonja a szvasztika, amit Indiában vallási szimbólumként tartanak számon, míg tükörképét Európában a fasizmus tűzte zászlajára. Konstrukciója az előzőek szerint készült, vagyis az alappolygon oldalait mindig azonos módon helyettesítjük. A határgörbe egy *négyzetkitöltő* vonal lesz, amely folytonos leképzést létesít egy szakasz és a négyzet között. Természetesen ez nem kölcsönösen egyértelmű megfeleltetés, hiszen a határgörbe végtelen sok helyen érintkezik önmagával. Az első ilyen tulajdonságú görbét Peano konstruálta.


```

TO SZVASZTIKA :L :N
  DRAW FULLSCREEN HT PU RT 90
  FD :L * ( 9 * :N + 4 ) LT 90
  BK 95 - 65 * :N RT 90 PD
  REPEAT 4 [SZVA :L :N]
  ST
END

```

```

TO SZVA :L :N
  IF :N < 1 A :L STOP
  SZVA :L :N - 1
  SZVB :L :N - 1
  REPEAT 3 [SZVA :L :N - 1]
  REPEAT 3 [SZVB :L :N - 1]
  SZVA :L :N - 1
END

```

```

TO SZVB :L :N
  IF :N < 1 B :L STOP
  REPEAT 2 [SZVB :L :N - 1]
  REPEAT 3 [SZVA :L :N - 1]
  REPEAT 3 [SZVB :L :N - 1]
  SZVA :L :N - 1
END

```

```

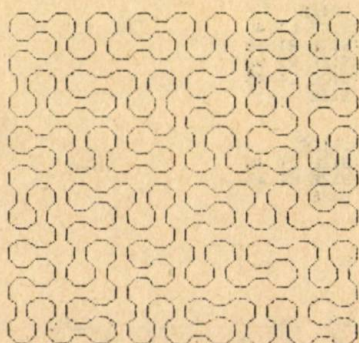
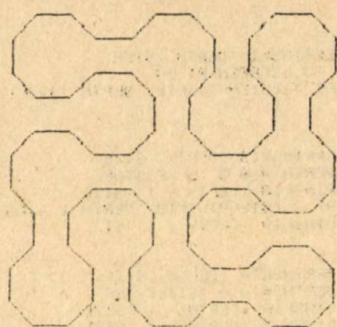
TO A :L
  REPEAT 5 [LT 45 FD :L]
  REPEAT 6 [RT 45 FD :L]
  REPEAT 4 [LT 45 FD :L]
  REPEAT 2 [RT 45 FD :L]
  LT 45 FD :L
END

```

```

TO B :L
  REPEAT 5 [LT 45 FD :L]
  REPEAT 6 [RT 45 FD :L]
  REPEAT 2 [LT 45 FD :L]
  REPEAT 4 [RT 45 FD :L]
  LT 45 FD :L
END

```



5.) SZVASZTIKA :L :N (RENDRE :L = 21, 7 ÉS :N = 0, 1)

N. Sierpinski a Peano-típusú görbék egy másik példányát konstruálta meg, amikor a 6. ábra alappolygonjából kiindulva minden lépésben az előzőleg készített zárt sokszögből egy keresztet képzett. Ezt vég nélkül folytatva szintén egy négyzetkitöltő határgörbét kapott, mely végtelen hosszú, és „területe” is van [5].

Ezen görbék tulajdonságainak mélyebb leírását Beniot B. Mandelbrot könyvében [7] találjuk meg, sok más rapszódikusan, illetve a szemlélettel ellentmondóan viselkedő patológikus görbe és alakzat közlésével együtt. Meg kell említeni, hogy az előzőekben tárgyalt határgörbék törtdimenziójúak is lehetnek, ezeket *fraktaloknak* nevezik.

A továbbiakban az elvont matematikai tulajdonságú görbékről áttérünk a mindnyájunk által felhasználható tulajdonságú görbékre, alakzatokra.

A 7. ábra *mór díszítése* egy, a síkot kitöltő csempeminta alapeleme. Középpontjára nézve egy negyedrendű cikluscsoport — ami 90°-os elforgatásokból áll — adja meg síkbeli forgatási szimmetriáját, ha csak az alakzatot nézzük, s a csíkozást nem. Az ábra érdekessége, hogy a csíkozást is a rekurzió alkalmazásával valósítottuk meg.


```

TO SIERPINSKI :DEPTH :SIZE
  DRAW FULLSCREEN RT 90
  REPEAT 4 [SIERPINSKIB :DEPTH :SIZE]
  HT
END

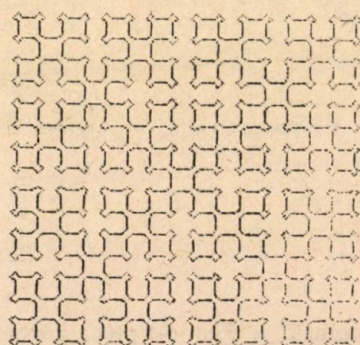
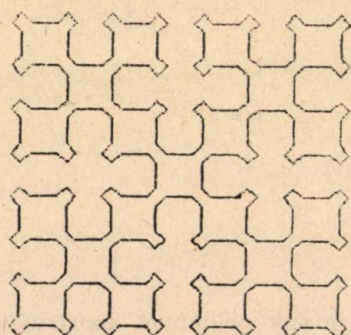
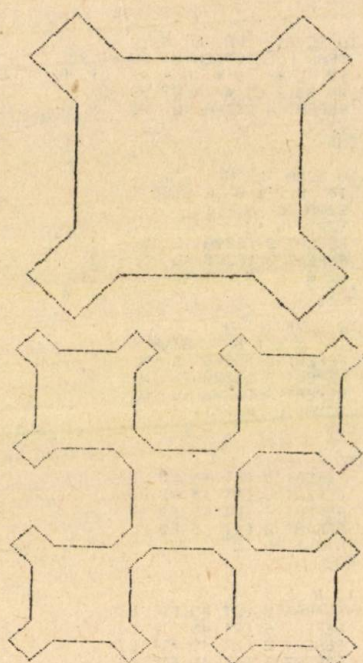
TO SIERPINSKIB :DEPTH :SIZE
  IF :DEPTH = 0 B :SIZE STOP
  SIERPINSKIA :DEPTH - 1 :SIZE
  REPEAT 3 [SIERPINSKIB :DEPTH - 1 :SIZE]
  SIERPINSKIA :DEPTH - 1 :SIZE
END

TO SIERPINSKIA :DEPTH :SIZE
  IF :DEPTH = 0 A :SIZE STOP
  SIERPINSKIB :DEPTH - 1 :SIZE
  SIERPINSKIB :DEPTH - 1 :SIZE
  SIERPINSKIB :DEPTH - 1 :SIZE
END

TO B :SIZE
  FD :SIZE LT 45
  FD :SIZE RT 90
  FD :SIZE RT 90
  FD :SIZE LT 45
  FD :SIZE
END

TO A :SIZE
  FD :SIZE LT 45
  FD :SIZE LT 45
  FD :SIZE
END

```



6.) SIERPINSKI 'N' : L (RENDRE : L = 40, 18, 8, 4 ÉS N = 0, 1, 2, 3)

A díszítőművészet egyik uralkodó mintázata a *hatos szimmetriára* épül. Ezt mutatják a 8. és 9. ábrákon látható szalagból „hajtogatott” alakzatok.

Az előző esetben az alapotívum hármasszimetriát mutat, mely egy rajta kívül eső pont körüli hatszoros elforgatás révén zárul be. Az utóbbi esetben a hatos szimmetria már az alapotívumban megtalálható. A hatos szimmetria egy új példáját adja a 10. ábra. Ez a csipkeminta egy, a dolgozat elején említett fa 60°-os elforgatásai révén keletkezett. Forgatási szimmetriáját egy hatodrendű diedercsoport adja meg. Ez 60°-os elforgatásokból és 30°-os szögenkénti tengelyes tükrözések együttes csoportjából áll. Ha a forgatási szimmetriát az előző kétszeresére növeljük, akkor kapjuk a 11. ábrán látható mintázatot.


```

TO KANADA
DRAW FULLSCREEN
PU LT 90 FD 60 RT 90 PD RT 90
REPEAT 2 [KANA 20 0 PU FD 60 LT 90 FD 60 LT 180 PD KANA 20 1 PU FD 60 LT 90 FD
60 LT 180 PD]
END

```

```

TO KANA :L :F
IF :L < 0 PU BK 22 RT 90 FD 22 LT 90 PD STOP
KANA :L 1 LT 90
KIN :L 1 LT 90
KANA :L (- 1) LT 90
KIN :L (- 1) LT 90
TEST IF = 1
IF TRUE PU FD 2 LT 90 FD 2 RT 90 PD KANA :L - 2 :F
END

```

```

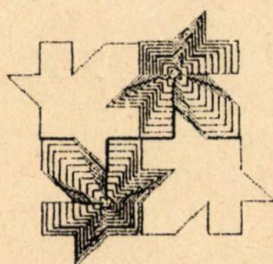
TO KAN :L :S
FD :L
RT :S * 45
FD :L * 1.41
LT :S * 135
FD :L
RT :S * 90
FD :L
END

```

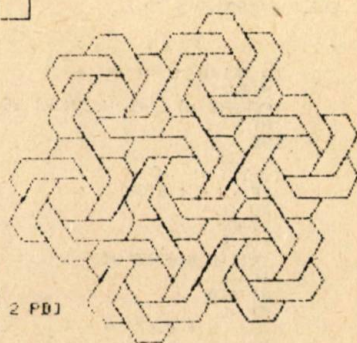
```

TO KIN :L :S
FD :L
LT :S * 90
FD :L
RT :S * 135
FD :L * 1.41
LT :S * 45
FD :L
END

```



7. KANADA



```

TO DAVID :L
DRAW PU LT 90 FD :L * 3 LT 30 FD :L RT 150 PD
REPEAT 6 [DOVID :L PU FD :L * 5 RT 60 BK :L * 2 PD]
PU RT 60 FD :L * 4 LT 60 FD :L PD
DOVID :L
HT
END

```

```

TO DOVID :L
REPEAT 6 [FD :L * 2 LT 60 FD :L RT 120 FD :L RT 60 FD :L RT 60 FD :L * 2 RT 60
FD :L * 2 RT 180]
END

```

8. DAVID 13

```

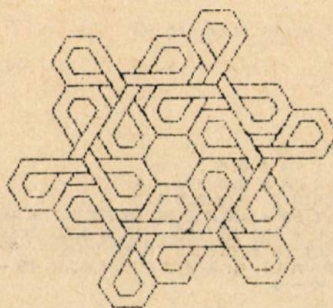
TO TRYN :L
PU BK :L * 6 RT 30 PD
REPEAT 6 [REPEAT 3 [PU FD :L PD TRYAN :L PU RT 60 FD :L PD] PU RT 60 FD :L * 6
LT 120 FD :L PD]
HT
END

```

```

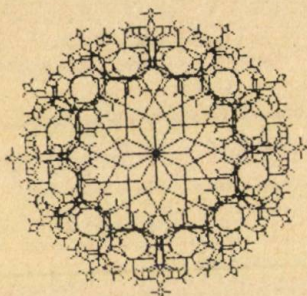
TO TRYAN :L
FD :L * 2
REPEAT 3 [RT 60 FD :L]
RT 60 FD :L * 4
LT 120 FD :L LT 60 FD :L * 4
REPEAT 3 [LT 60 FD :L * 2]
LT 60 FD :L * 3
END

```



9. TRYN 9

Mint tudjuk, a kettősen végtelen ismétlődésű szimmetriák, vagyis a csempemintaként szolgáló alakzatoknak az $n=2, 3, 4$ és 6 -os szimmetriáján kívül minden más szimmetriája kizárt. Ezért van az, hogy a művészetek ritkán alkalmazzák a hetes szimmetriát. A 12. ábrán látható szalag, fonat potenciálisan végtelen alakzatot képez az önmagában hordozott kicsinyített képei által.

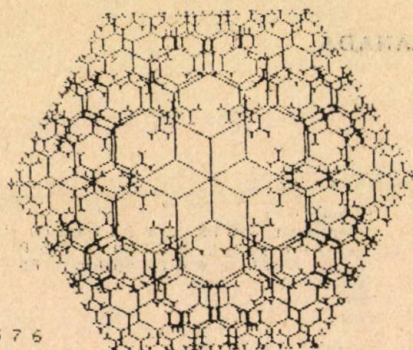


10.) TRIAD 20 5 12

```
TO TRIAD :L :N :M
  DRAW
  REPEAT :M [TRI :L :N RT 360 / :M]
  HT
  END
```

```
TO TRI :L :N
  IF :N < 1 STOP
  FD :L
  LT 60
  FD :L
  TRI :L * 0.67 :N - 1
  BK :L
  RT 120
  FD :L
  TRI :L * 0.67 :N - 1
  BK :L
  LT 60
  BK :L
  END
```

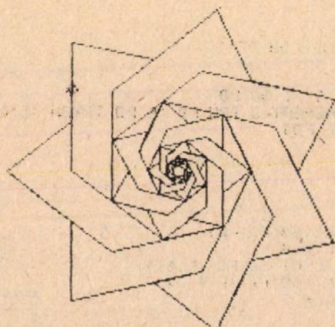
11.) TRIAD 25 7 6

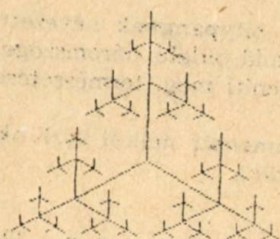


```
TO SEV :L :K
  DRAW FULLSCREEN
  PU LT 90 FD :L RT 90 BK :L * 1.5 PD
  SEVEN :L :K
  HT
  END
```

```
TO SEVEN :L :K
  IF :K = 0 STOP
  MAKE "A 360 * 1.5 / 7
  MAKE "M :L * COS ( :A * 0.5 )
  MAKE "N :L * SIN ( :A * 0.5 )
  MAKE "O :N * 2 * SIN ( :A * 0.5 )
  REPEAT 4 [FD :L LT 90 - :A / 2 BK :N FD (:L + :N) RT (180 - :A) FD :L LT (90 - :A
  * .5) FD :L BK (:L + :N) LT (90 - :A * 0.5) BK (:N + :O) FD :O RT (90 - :A * .5
  ) FD (:O + :N) PU LT :A * 0.5 FD :M RT (180 - :A * .5) PD]
  PU RT :A * 0.5 FD :M LT :A * 0.5 FD :N RT (45 - :A * 0.25) PD
  SEVEN :L * 0.43 :K - 1
  END
```

12.) SEV 50 4

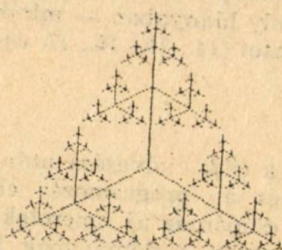




```

TO PITYPANG :SIZE :DEPTH :PART
  DRAW FULLSCREEN
  LOCAL "ANGLE
  MAKE "ANGLE 360 / :PART
  PITY :SIZE :DEPTH
END

```

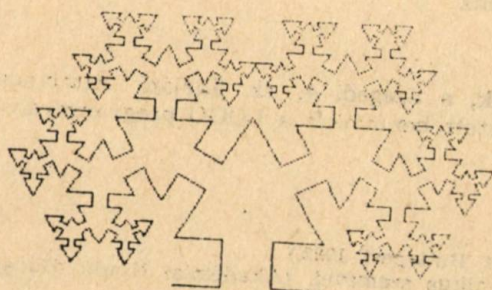


```

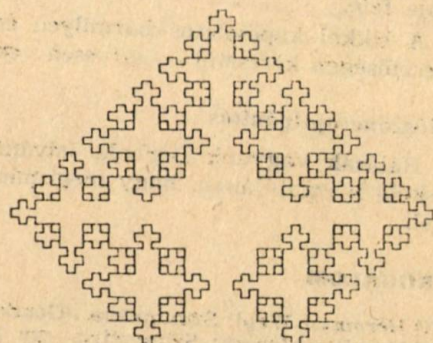
TO PITY :SIZE :DEPTH
  IF :DEPTH = 0 STOP
  REPEAT :PART [FD :SIZE PITY :SIZE / 2 :DEPTH + 1 BK :SIZE LT :ANGLE]
END

```

13.) PITYPANG 4 50 50 (RENDRE :L = 50, 50, :N = 4, 5 ES :M = 3, 3)



14.) ARROWS 5 30 0.66



15.) KO

```

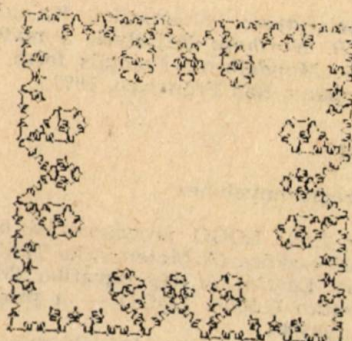
TO KOKO
  DRAW HT
  PU RT 90 BK 70 PD LT 45
  REPEAT 4 [KOK 2.5 4 RT 90]
END

```

```

TO KOK :L :N
  IF :N < 1 FD :L STOP
  REPEAT 2 [LT 45 KOK :L :N - 1]
  REPEAT 2 [RT 90 KOK :L :N - 1]
  LT 45 KOK :L :N - 1 LT 45
END

```



16.) KOKO

A nyílhegy görbével rokon az általunk pitypangnak nevezett görbe (13. ábra), mely az előzővel ellentétben az egyenlő oldalú háromszögek oldalai helyet azok súlypontig húzott súlyvonalát jeleníti meg, természetesen úgy, hogy az oldalhosszak lépésről lépésre feleződnek.

Végül — hely hiányában — minden kommentár nélkül közlünk pár nekünk kedves alakzatot (14., 15., 16., 17. és 18. ábrák).

Összegzés

Reméljük, a cikk elolvasása után a számítástechnika és a programozás elsajátítása nem öncélú, csupán az új ismeretek megszerzése miatt érdekes tudománynak tűnik, hanem olyan hatékony eszköznek, amely saját ötleteink és esztétikai érzékünk által diktálta alkotások megvalósítására, játékra, önfeledt örömeire is szolgál. Talán sikerült az iskolai számítástechnika sokrétű alkalmazási területén egy új „ablakot nyitni” a számítógépes grafikák díszítő művészete és matematikája felé.

```

TO POLY :L :N :M
DRAW
POL :L :N :M
HT
END

TO POL :L :N :M
IF :N < 1 STOP
REPEAT :M [POR]
END

TO POR
FD :L * 0.5 LT 90
FD :L RT 360 / :M
FD :L LT 90
FD :L * 0.5
POL :L :N - 1 :M
PU RT 90 FD :L
RT 90 PD
END

TO HEX :L :N
DRAW
HEX :L :N HT
END

TO HEX :L :N
IF :N < 1 PD STOP
REPEAT 3 [HE]
END

TO HE
FD :L LT 90
FD :L RT 120
FD :L LT 90
FD :L
HEX :L :N - 1
RT 90 PU
FD :L RT 90 PD
END

```

17. ábra

18. ábra

A cikkel kapcsolatos bármilyen észrevételt, megjegyzést, ötletet — a szerkesztőségen keresztül — szívesen veszünk.

Köszönetnyilvánítás

Hálásak vagyunk Borbola Istvánnak, a Szegedi 4. sz. Tarjáni Általános Iskola igazgatójának, hogy megismertetett bennünket a LOGO programnyelvvel.

IRODALOM

- [1] Hermann Weyl: Szimmetria. (Gondolat, Budapest, 1982.)
- [2] Hargittai István: Szimmetria egy kémikus szemével. (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983.)
- [3] Rózsa Péter: Recursive Functions in Computer Theory. (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1981.)
- [4] Juhász István: Rekúzióelmélet. (MTA Matematikai Kutató Intézete, Budapest, 1978.)
- [5] Hugo Steinhaus: Matematikai Kaleidoszkóp. (Gondolat, Budapest, 1984.)
- [6] Eugene P. Northop: Rejtélyek a matematikában. (Gondolat, Budapest, 1969.)
- [7] Benoit B. Mandelbrot: Fractals form, change, and dimension (W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1977.)

IRODALOM

a LOGO programnyelvhez

- [8] Gárdos Éva: LOGO programozási nyelv mint a számítástechnika oktatásának egyik új eszköze (A Matematika Tanítása, 1984. dec.)
- [9] Dr. Ury László: A tegnősgrafika (Mikroszámítógép Magazin, 1985/1.)
- [10] Dr. Hrotko Gábor: LOGO — a programtanulás új útja (Mikroszámítógép Magazin, 1985/4.)
- [11] Siegler Vera: A LOGO új változata a Smart LOGO (Mikroszámítógép Magazin, 1986. február)
- [12] Etűdök személyi számítógépekre (Szerk.: Votisky Zsuzsa) (Gondolat, Budapest, 1984.)

Javaslatok a vonatkoztatási rendszerek tanításához

Az *inerciarendszer alapgondolata* című tananyagrészt az 1987/88. tanévtől kezdődően kiegészítő anyag lesz az általános iskola 8. osztályában. Várható azonban, hogy az iskolák egy részében ezután is feldolgozzák e tananyag-rész főbb gondolatait *fakultatív foglalkozáson, szakkörön vagy kiegészítő anyagként* a tanítási órán.

A tapasztalat azt bizonyítja, hogy az inerciarendszer tanításának hatékonysága még abban az esetben sem érte el más anyagrészek tanításának eredményességét, ha a szaktanár — önmagában is tisztázva a fontos és mély gondolatokat követő megállapításokat — a tankönyvi gondolatmenet, kísérlet- és megfigyeléssorozat alapján tanított.

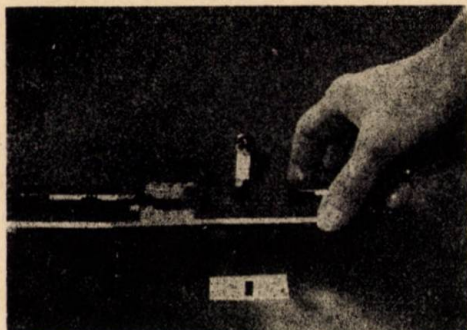
E tény okai:

- a) A kísérletek, megfigyelések nem színesek, nem látványosak.
- b) A következtetések megalkotása komoly, elmélyült, a felnőtt elmét is próbára tevő megfontolást igényel.

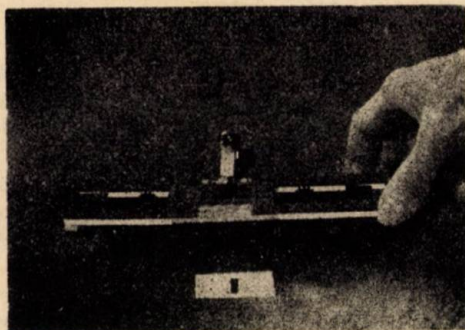
Mindezt figyelembe véve, szeretnék az alábbiakban néhány módszertani javaslatot adni az inerciarendszer tárgyalását megelőző, *A hely és mozgás viszonylagos* című tankönyvi fejezet fakultatív foglalkozáson, szakkörön vagy kiegészítő anyagként történő feldolgozásához.

A tankönyvben foglaltakat és a *továbbiakban ismertetésre kerülő* — kiegészítő jellegű — *javaslatokat* nem lehet (és nem is lenne helyes!) egyetlen tanórán megvalósítani. A hatékonyság növekszik, ha az alábbi javasolt tananyagot egy-egy — megfelelő — anyag rész feldolgozásakor, abba harmonikusan bedolgozva ismertetjük, egyes esetekben szakköri feldolgozásra is gondolhatunk.

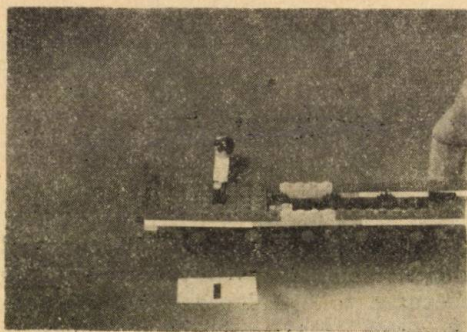
Alapvetőnek tekinthető az alább leírt kísérlet megfigyeltetése. „Lego” játékelemekből összeállítható egy öt pár keréken mozgó kocsi, melyre felülről — a tengelyközökbe — négy pár kerék illeszkedik. Az alsó és felső keréksor ellentétes irányban forog. Így válik lehetségessé az, hogy a felső keréksor által mozgatott bábú — a külső szemlélő szempontjából — adott határokon belül mozdulatlanak tűnik (1—4. ábra).



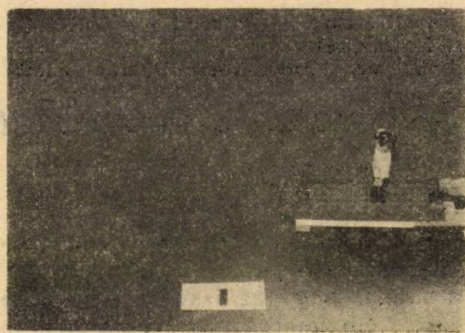
1. ábra



2. ábra



3. ábra

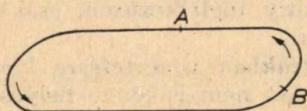


4. ábra

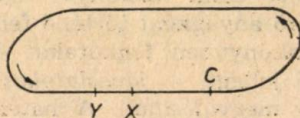
Tanulói tapasztalatokra, megfigyelésekre épülő, gondolkodtató kérdéseket is felvethetünk.

1. 10 000 m-es síkfutást bonyolítanak le egy labdarúgópályát övező 400 m-es atlétikai pályán.

a) A versenyre elkésve érkezünk, mintegy 20 perce indították a mezőnyt. Figyelmünket az a két (A és B) — ismert — versenyző vonja magára (5. ábra), aki „szemre” egyazon nagyságú sebességgel halad (köztük a futópályán mért távolság nem változik). Ha továbbra is megmarad közöttük ez a távolság, akkor melyiküknek lesz jobb a helyezése? (Melyiknek a szerepét vállalnád, ha jobb helyezést szeretnél elérni?)



5. ábra



6. ábra

b) Annyiban változik az időpont és a kép az előzőhöz viszonyítva, hogy akkor érkezünk a nézőtérre, amikor a pályán a versenyzők már „megnyitották a hajrát”. Most X-re és Y-ra figyelünk (6. ábra): X versenyző Y előtt halad, de Y lépésről lépésre közelebb kerül hozzá. Ítéljük meg, hogy ketten között milyen kimenetele lehet a küzdelemnek, ha X és Y is átfut azon C pont előtt, melynek mentén az időmérők és célbírák elhelyezkedtek!

Tekintsük a (várható) tanulói válaszokat!

a) Nyilvánvalónak tűnik a jobb helyezése, hiszen mintegy 100 m-rel vezet ellenfele előtt.

b) Ha X előnye elég ahhoz, hogy a hátralevő (mintegy 40–50 m) távolságon a gyorsabban futó Y csak megközelíteni tudja őt, akkor X végez előkelőbb helyen. Elképzelhető, hogy egyszerre érnek C-be (holtverseny), de az is előfordulhat, hogy Y behozva a hátrányt, a cél előtt (vagy a célban) „elkapja” ellenfelét. (Az „elkapja” átvitt értelemben értendő.)

Az a)-ban leírt „nyilvánvaló” megállapítás azon a pszichológiai jellegű és nem körültekintő vizsgálódásról bizonyosságot tevő téves elgondoláson, szemléleten alapul, mely szerint „az vezet”, aki „egy kicsit előbbre van, mint a másik”, „akit követnek, üldöznek”, „akinek a hátát látják a többiek”.

A megállapítás pontatlan voltát bebizonyíthatjuk (esetleg a pontatlanságot el is kerülük a tanulók), ha az *Út, menetidő számítása* című fejezet tárgyalásakor az alábbi két feladatot is kitűzzük.

Egy atléta a 10 km-es távot 30 perc alatt teszi meg. Hány m/s a sebessége? Hány m utat tesz meg 20 perc alatt az a futó, akinek a sebessége

- a) 5 m/s,
- b) 5,25 m/s?

Mindezek nyomán az alábbi kiegészítéseket tehetjük.

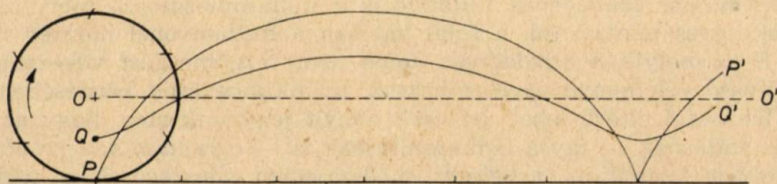
Ha azalatt az időtartam alatt, amennyit késtünk (20 perc), B átlagsebessége 0,25 m/s-mal nagyobb volt, mint A átlagsebessége, akkor B „van elől”, 300 m-rel „vezet” A előtt, és adott feltételek mellett ketjük közül ő ér előbb célba. (Vegyük észre, hogy mindig „jobb helyezésről” történt említés, nem „győzelemről”! Ez akkor válik érthetővé, ha arra is gondolunk, hogy nemcsak ez a két atléta verseng).

Nincs biztosíték arra, hogy a hátralevő távolság mindkét versenyző számára csak „mintegy 40—50 méter”. Az előzőek alapján elképzelhető, hogy X „lekörközte” Y -t, s neki már tényleg csak 50 métert kell megtennie a célba érkezésig. Ez esetben Y akár meg is előzheti X -et, mégsem ő lesz kettőjük közül az előbb célba érkező, mert míg megteszi a hátralevő 400 méterét, X (ha csak össze nem esik a fáradtságtól) eljut C -ig. A szakértő számára az sem meglepő vagy elképzelhetetlen eset, hogy még mindkét versenyzőnek meg kell tennie C -hez érkezésük után egy-egy „kört”, vagyis 400—400 métert. Nevelési szempontból értékesebb annak az esetnek az elemzése, amikor B közeltekor A „kihúzódik” a pálya külső szélé felé, *sportszerűen* utat engedve annak. Ez esetben A -nak kell még egy kört megtennie, B pedig befejezi a versenyt C -ponthoz való érkezésekor.

2. Vasúti kocs ablakán kitekintve csak a szomszéd vágányon levő vagonat látjuk, mely — hozzánk viszonyítva — balról jobbra mozog. Biztos, hogy az állomásépülethez viszonyítva is elmozdul? Elképzelhető, hogy csak mi mozdulunk el az állomáshoz viszonyítva? Milyen esetek lehetségesek még?

3. Körpályán mozognak látja-e a földön álló ember a mellette elhaladó kerékpár tömlőjének egy (feltűnően megjelölt) pontját? Körpályán mozognak látja-e, ha maga is kerékpárra ül és a másik kerékpárral párhuzamosan, egyirányban és azonos sebességgel halad?

4. Görgessünk csúszás nélkül egy korongot egy — a táblára rögzített — egyenes vonalzóra illesztve, és jelöljük meg néhány pontjának pályáját a táblán (7. ábra)!



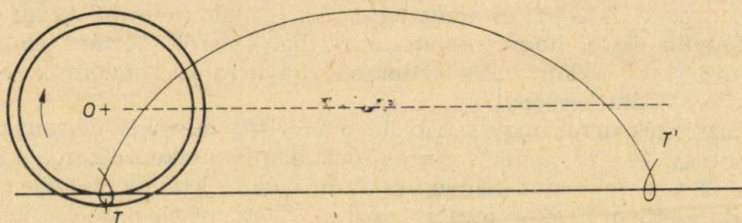
7. ábra

5. Tehervagon a gurítódombbról való legördülése után egyenes vonalú, egyenletesen lassuló, északi irányú mozgást végez. Van-e a vagonnak olyan része, mely a sín mellett álló váltókezelőhöz viszonyítva — időnként — déli irányban mozog?

6. Egy kutya szaladás közben a farkát csóválja. Elképzelhető-e, hogy a farka végének a sebessége a mozgás folyamán állandóan kisebb, mint a fejének a sebessége?

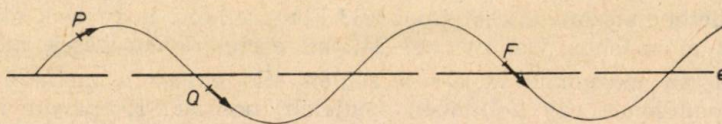
A 2. feladat kreatív jellegű, a tanulók kombinatív készségének fejlesztésére is alkalmas.

A 3. és 4. feladat a vonatkoztatási rendszerek fogalmának elmélyítésén kívül előkészíti az érdekes, paradoxnak tűnő 5. probléma megoldását (8. ábra).



8. ábra

A 6. feladat szintén paradoxnak tűnik, kitűzése a *Hullámmozgás* című rész tárgyalása után célszerű. Mozogjon ugyanis a kutya teste a 9. ábrabeli pálya mentén a farka kivételével. Ennek vége mozogjon az e egyenes mentén. (Al-



9. ábra

kalmas módon ez megvalósítható.) Ez esetben a kutya farkának a vége állandóan kisebb sebességgel mozog, mint pl. a feje. Tartalmas megjegyzés, hogy ez e testmozgás *lényegében* különbözik a hullámmozgástól, mert itt a kutya testének egyes pontjai (pl. a feje) valóban a hullámvonal mentén mozognak, P, Q, F bármelyikén áthaladnak, tehát nem rezgőmozgást végeznek.

Az olvasó véleménye egyes állítások, az alkalmazások kérdésében kételkedő, az itt leírtaktól eltérő lehet. Itt csak annyit jegyünk meg, hogy az általános iskolai tanításnak — így a fizikatanításnak is — olyannak kell lennie, hogy az *sokoldalúan* formáljon, *neveljen*; módszereiben illeszkedjen a pszichológiai, pedagógiai kutatási eredményekhez, követelményekhez. Ezen szempontok figyelembevételével mellett igyekezetünk az adott téma vonatkozásában szakmai ismeretekhez juttatni a leendő szakmunkást (pl. az összetett mozgások, mozgásgeometriai ismeretek nyomán) éppúgy, mint a leendő fizikust, aki a Michelson-kísérlet negatív jellegét csak akkor érti *majd* meg, ha a 2. feladaton és az ahhoz hasonló jellegűeken *időben* „átrágja” magát.

Dobálózunk PRIMO-val!

A személyi számítógépek elterjedése az oktatásban lehetővé tette, hogy mozgó ábrákat mellékeljünk a tananyaghoz, szemben a tankönyvek „dermedt” világával. A jelenséget folyamatában szemlélítjük, ráadásul megfelelően megválasztott vonatkoztatási rendszerben.

A mechanikai mozgások egy külön fejezete a: HAJÍTÁSOK. A mozgások szuperponálódásának szemléletes alapesetei ezek. (Függőleges, vízszintes, ferde hajítás.) Mindhárom esetben egy egyenes vonalú egyenletes mozgás és egy gravitációs potenciáltérben létrejövő egyenletes gyorsuló mozgás eredőjeként alakul ki a test röppályája a hely (x) és az idő (t) függvényeként.

A számítógépes modellezés szemléletessé teszi e mozgásokat; a kezdeti értékek szabad megválasztása pedig kísérletezésre ösztönöz, közelebb víve a jelenség jobb megértéséhez. Az itt következő programok PRIMO-ra íródtak, de a csekély változtatással HT 1080Z-re is átírhatók, főleg a két gép eltérő szövegszerkesztésének szem előtt tartásával.

PROGRAMOK

1. Függőleges hajítás („FÜGGŐ”)

A képernyőn egy T, H koordináta-rendszer jelenik meg, a T időtengely legkisebb beosztása 0,2 sec., míg a H magasságtengelynél 10 m. A jobb felső sarokban VØ? a hajítás kezdősebességét kérdezi. Érdemes: 0–50 közötti értéket választani. A program futása közben a pálya jellemző paraméterei Te = emelkedési idő (sec.) és Hm = az emelkedés maximális magassága kiíródnak. Ez utóbbi m-ben értendő. Közben a bal alsó sarokban egy kis „emberke” valóban el is végzi a dobást egy labdával. A mozgás és a hangeffektusok jól érzékeltetik, hogy a sebességvektor időben változó. Érintésre újabb adatot adhatunk meg.

2. Vízszintes hajítás („VÍZSZINTES”)

Az előzőhöz hasonló koordináta-rendszerben a kezdősebesség V és a magasság

```

1Ø CLS : G = 9.81
2Ø FOR I = Ø TO 255 : SET(I,Ø) :
  SET(I,191) : IF I < 192 THEN
    SET(Ø,I) : SET(255,I)
3Ø NEXT
4Ø POKE 16459,Ø,9Ø : C = 256 * 9Ø
5Ø POKE C,8, 4,8,22,22,1Ø,6,2,2,2,4,
  8,8,8,25,Ø
6Ø POKE C + 16,16,32,16,1Ø4,1Ø4,
  8Ø,96,64,64,64,32,16,16,16,25,Ø
7Ø POKE C + 32,Ø,Ø,Ø,6,6,2,6,1Ø,
  18,34,4,8,8,8,25,Ø
8Ø POKE C + 48,Ø,Ø,Ø,96,96,64,96,
  8Ø,72,68,32,16,16,16,25
9Ø FOR I = Ø TO 25Ø STEP 5 :
  SET(I,26) : IF I < 8Ø THEN
    SET(2Ø,I * 2 + 26)
1ØØ NEXT
11Ø FOR I = 2Ø TO 22Ø STEP 25 :
  FOR S = Ø TO 5
12Ø SET (I,S + 21) : IF I < 95 THEN
  SET (S + 15,I * 2 + 36)
13Ø NEXT S,I
14Ø ?$Ø,3,"□□ FÜGGŐLEGES
  □□□ HAJÍTÁS" :
  ?$14,11,"2"TAB(19)"4"TAB(36)
  "8"TAB(28)"6" : ?$5,3,"1ØØ"
15Ø ?$1,3,"H(m)" : ?$14,38,"T(S)"
16Ø ?$1,3Ø,"VØ" : INPUT V :
  L = Ø
17Ø TE = V/G : ?$2,3Ø,"Te : "TE :
  MA = TE * V : ?$3,3Ø,"Hm : "
  HM
18Ø ?$14,Ø, CHR$(6)CHR$(128)
  CHR$(13Ø)
19Ø FOR T = Ø TO 2 * TE STEP .1
2ØØ Y = (V * T) - ((T + 2) * (G/2)) :
  Y = 2 * Y
21Ø BEEP (5 * T + Y),1Ø
22Ø ON ERROR GOTO 3ØØ
23Ø IF Y < 16Ø THEN SET
  (25 * T + 2Ø,Y + 26) : POKE
  16456,8,16Ø - L : ?CHR$(32) :
  POKE 16456,8,16Ø - Y : ?"o"
24Ø L = Y : IF Y < Ø OR T < 8.8
  THEN 26Ø
25Ø NEXT
26Ø ?$14,Ø,CHR$(132)CHR$(134)
27Ø IF INKEY$ = "" THEN 27Ø
28Ø A$ = CHR$(32) : FOR I = Ø
  TO 5 : ?$1,I + 33,A$ : NEXT
29Ø GOTO 16Ø
3ØØ RESUME 24Ø

```

* VÍZSZINTES *

```

1Ø CLS : ?" * VÍZSZINTES
  HAJÍTÁS " : G = 9.81
2Ø FOR I = Ø TO 25Ø STEP 1Ø :
  SET (I,Ø) : IF I < 19Ø THEN
    SET (Ø,I)

```



```

3Ø NEXT
4Ø FOR I = Ø TO 250 STEP 5Ø :
  FOR S = Ø TO 5
5Ø SET(I,S) : IF I < 19Ø THEN
  SET(S,I)
6Ø NEXT S,I
7Ø ?$1,Ø,CHR$(6) : INPUT
  "Magasság : "; H : ?$1,2Ø,; :
  INPUT "Kezdősebesség : "; VØ
8Ø S = VØ SER(2 H/G) :
  ?$2,2Ø, "MAX. TÁV. (m) : " S
9Ø FOR L = Ø TO 1Ø : SET(L,H) :
  NEXT
10Ø FOR X = Ø TO 25Ø
11Ø Y = H - ((G/2) * (X/VØ) - 2)
12Ø IF Y - Ø THEN AS = CHR$(32) :
  FOR I = Ø TO 5 :
  ?$1,9 + I,AS : ?$1,34 + I,AS :
  NEXT : GOTO 7Ø
13Ø SET(X,Y) : BEEP(X + Y), 1Ø :
  NEXT

```

H megadása után kinyomtatódnak a pálya jellemzői: a hajítás maximális távolsága (MAX. TÁV.). Ezzel egy időben a pálya kirajzolódik, és az értékek a tengelyeken leolvashatók.

3. Ferde hajítás („FERDE”)

A program első része részletes magyarázatot tartalmaz, így csupán azt a lehetőséget emelem ki, hogy érdemes vele szemléltetni a ferde hajítás optimális szögét. Próbáljuk ki, hogy $VØ$ -nak állandó 20–50 m/s értéket adjunk és közben a SZÖG-et növeljük 10 fokonként, illetőleg iktassuk közbe a 45 fokot is. Meg lehet mutatni hogy egy azon cél eltalálásához kétféle meredekségű pálya tartozik ugyanolyan kezdősebességet feltételezve.

* FERDE *

```

1Ø CLS
2Ø ?" * FERDE □ □ □
  HAJÍTÁS * "
3Ø ?$2,Ø, "A program egy test
  röppályáját szemlélteti a

```

KEZDŐSEBESSÉG ($VØ$) és a HAJÍTÁS SZÖGÉNEK (SZ) megadásával:

```

4Ø ? : ?"SZÁMÍTOTT ÉRTÉKEK : "
5Ø ?$8,6, "H = A RÖPPÁLYA MAX.
  MAGASSÁGA" : ?$9,6,
  "T = A TELJES REPÜLÉS
  IDEJE" : ?$1Ø,6, "S = A
  RÖPPÁLYA MAX.
  TÁVOLSÁGA"
6Ø ? : ?"Új számítás előtt nyomj
  meg egy gombot!"
7Ø AS = INKEY$ : IF AS = " "
  THEN 7Ø
8Ø CLS : G = 9.81
9Ø ?" * FERDE □ □ □
  HAJÍTÁS * "
10Ø FOR I = Ø TO 25Ø STEP
  1Ø : SET(I,Ø) : IF I < 19Ø
  THEN SET(Ø,I)
11Ø NEXT : ?$3,Ø, "H (m) = " : ?"
  T(sec) = " : ?"S (m) = "
12Ø FOR I = Ø TO 25Ø STEP 5Ø :
  FOR S = Ø TO 4
13Ø SET(I,S) : IF I < 19Ø THEN
  SET(S,I)
14Ø NEXT S,I
15Ø ?$1,Ø,CHR$(6) : INPUT
  "VØ,SZÖG : "; VØ,SZ : SZ =
  SZ * PI/18Ø
16Ø H = (VØ ↑ 2) * (SIN(SZ) ↑ 2) /
  (2 * G) : ?$3,9,H
17Ø T = 2 * VØ * SIN(SZ) / G : ?$4,9,T
18Ø S = (VØ - 2) ↑ SIN(2 * SZ) / G :
  ?$5,9,S
19Ø FOR X = Ø TO S STEP 2
20Ø TP = T * X / S
21Ø Y = VØ ↑ SIN(SZ) * TP -
  (TP - 2) * G / 2
22Ø IF Y < 19Ø AND Y > = Ø
  THEN SET(X,Y)
23Ø IF Y < Ø OR X > 25Ø THEN
  25Ø
24Ø BEEP(5 * X + Y), 1Ø : NEXT
25Ø IF INKEY$ = " " THEN 25Ø
26Ø AS = CHR$(32) : FOR I = 8
  TO 18 : ?$2,I,AS : ?$3,I,AS :
  ?$4,I,AS : ?$5,I,AS : NEXT :
  GOTO 15Ø

```

AGÓCS LÁSZLÓ
Borsodbóta, Általános Iskola

Javaslatok az Ütközések című számítógépes program továbbfejlesztésére

A Fizika Tanítása 1986. évf., 1. számában számítógépes programok jelentek meg a Commodore 16-ra. A fizika oktatásában igen jól használhatók, továbbfejlesztésük újabb módszertani előnyökkel jár. Ilyen továbbfejlesztési javaslatom van az ütközésekre.

Az eredeti programban az ütközést szimuláló testek (négyzetalakok) a megválasztott tömegek nagyságától és arányától függetlenek, minden esetben azonosak. A tanuló számára nem érzékelteti vizuálisan az ütközés során a méreteket. Továbbfejlesztési javaslatom ennek megoldására irányul.

READY.

```
10 REM UTKOZESEK
30 SCNCLR
40 PRINT
50 INPUT "AZ 1. TEST TÖMEGE (KG)";M1#
60 M1=VAL(M1#)
70 IF M1<=0 OR M1>5000 THEN 30
80 CHAR1,24,1,M1#
90 PRINT:PRINT
100 INPUT "A 2. TEST TÖMEGE (KG)";M2#
110 M2=VAL(M2#)
120 IF M2<=0 OR M2>5000 THEN PRINT"IT":GOTO100
130 CHAR1,23,3,M2#
140 PRINT:PRINT
150 INPUT "AZ 1. TEST SEBESSEGE(M/S)";V1#
160 V1=VAL(V1#)
170 IF V1<=0 OR V1>75 THEN PRINT"IT": GOTO 150
180 PRINT"IT"
190 GRAPHIC1,1
200 DRAW1,0,100TO320,100
210 DRAW1,160,65TO160,80
220 DRAW1,155,75TO160,80TO165,75
230 CHAR1,5,1,"M1="+STR$(M1)+"KG"
240 CHAR1,25,1,"M2="+STR$(M2)+"KG"
250 CHAR1,5,15,"V1="+STR$(V1)+"M/S"
260 CHAR1,25,15,"V2="+STR$(V2)+"M/S"
270 U1=(M1-M2)*V1/(M1+M2)
280 U2=2*M1*V1/(M1+M2)
290 C=0:D=160
300 DOWHILE C+V1<(160-SQR(M1))
310 A=C:B=D:C=A+V1:D=B+0
320 BOX0,A,99-SQR(M1),A+SQR(M1),99
330 BOX1,C,99-SQR(M1),C+SQR(M1),99
340 BOX1,B,99-SQR(M2),B+SQR(M2),99
350 BOX1,D,99-SQR(M2),D+SQR(M2),99
360 LOOP
370 A=C:C=(160-SQR(M1))
380 BOX0,A,99-SQR(M1),A+SQR(M1),99
390 BOX1,C,99-SQR(M1),C+SQR(M1),99
400 DOWHILE C+U1>0 AND D+U2<311
410 A=C:B=D:C=A+U1:D=B+U2
420 BOX0,A,99-SQR(M1),A+SQR(M1),99
430 BOX1,C,99-SQR(M1),C+SQR(M1),99
440 BOX0,B,99-SQR(M2),B+SQR(M2),99
450 BOX1,D,99-SQR(M2),D+SQR(M2),99
460 LOOP
470 CHAR1,5,18,"U1="+STR$(.001*INT(1000*U1))+"M/S"
480 CHAR1,25,18,"U2="+STR$(.001*INT(1000*U2))+"M/S"
490 CHAR1,25,24,"TOVABB=T"
500 GETKEYA#
510 IF A#<>"T" THEN 500
520 GRAPHIC0
530 GOTO30
```

READY.

Azonos sűrűségű testek esetén a négyzetterületek aránya azonos az ütközésben szereplő tömegek arányával. Az adható tömegek értéke viszont a 10 000 kg-mal szemben 5000 kg-ra csökken.

A módosított program itt látható.

GALLAI ANTAL
tanár
Jászberény

MEGJEGYZÉS: Az eredeti program szerzője azért nem változtatta a testeket szimuláló négyzetek nagyságát, mert nem adott a feladat szerint a test anyaga, így a különböző tömegű testek térfogata is lehet egyenlő. Amennyiben feltételként adjuk, hogy azonos anyagú testek ütközéséről van szó, akkor a módosított program alkalmazása a célszerű. Szerk.

Könyvismertetés

Dr. Zátonyi Sándor—Zátonyi Sándor:
C16/Plus 4 az általános iskolai fizika-
tanításban

Novotrade Rt., Bp., 1987.

A közelmúltban több ezer számítógép került az általános iskolákba, többségük Commodore 16 típusú. E könyv a C16-os számítógépek általános iskolai fizikatanításban, -tanulásban történő felhasználásához nyújt segítséget. A közölt programok azonban minden módosítás nélkül alkalmazhatók a C16-os gép továbbfejlesztéseként forgalomba hozott Commodore Plus 4 típusú számítógépen is.

A könyv első része a számítógép alkalmazásának módszertan kérdéseivel foglalkozik. Ismerteti a számítógép alkalmazásának lehetőségeit a fizikaórán és a tanórán kívüli foglalkozásokon (a szakkörön, a fakultatív foglalkozásokon, a korrepetáláson). Vázolja a könyv, miként illeszthető be a számítógép alkalmazása a „hagyományos” módszerek rendszerébe; majd példákkal illusztrált módszertani javaslatokat ad a különféle típusú programok felhasználásához. A programok egy része elsődlegesen az új ismeretek feldolgozásához alkalmazható (kísérletek bemutatása számítógéppel, a mérési eredmények pontosabb tétele, a jelenségek szimulálása, táblázatok elemzése); a programok másik része viszont főleg az ismeretek alkalmazásához, a gyakorláshoz és az ellenőrzéshez használható.

A könyv táblázatos áttekintést ad arról, hogy mely tankönyvi fejezethez milyen típusú program található a könyvben. Ez a táblázat megkönnyíti a program kiválasztását, a tanítás-tanulás folyamatába történő illesztést.

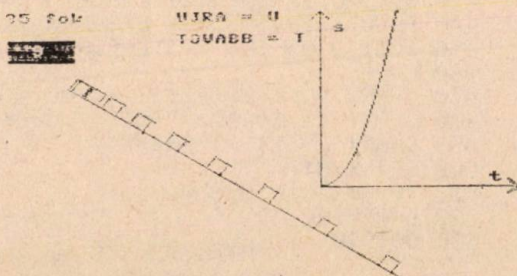
A második rész tájékoztatást ad a programok megírásának technikai szempontjairól, a futtatásukkal kapcsolatos általános tudnivalókról és a továbbfejlesztés lehetőségeiről. Egyik program felhasználásához sincs szükség memória-bővítőre. A programok ugyanakkor lehetővé teszik a képletek és a mértékegységek szabályos megjelenítését. A programok döntő többsége az elindítás után egy rövid ismertetőt ír ki a képernyőre, amely a program kezelésével kapcsolatos legfontosabb információkat tartalmazza. Ennek elolvasása után lehet áttérni a program „érdemi” részére.

A könyv közel 50 program listáját közli a fizika hagyományos témakörei (mechanika, hőtán, fénytán, elektromosság) szerinti csoportosításban a 6–8. osztályos tananyag feldolgozásához. Mindegyik programlista előtt kezelési útmutató található. Ennek bevezető része egy táblázat, amely arról ad tájékoztatást, hogy az adott program az új ismeretek feldolgozásához, az alkalmazáshoz vagy az ellenőrzéshez használható-e fel elsődlegesen; illetve a programot osztálykeretben, csoportmunkában vagy egyéni foglalkozás keretében célszerű-e alkalmazni.

A könyv közli, hogy mennyi a program betöltési ideje a magnószalagról; kell-e segédprogramot alkalmazni (pl. a m^3 mértékegységben a 3-as kitevő finomgrafikához), illetve milyen speciális karakter segíti a beírást (pl. a „megemelt” beírást). Arról is tájékoztatást ad a programok előtti kezelési útmutató, hogy milyen módon lehet a kérdésre adott válaszokat beírni, hogyan lehet új feladatot kérni, a bevezetőhöz visszatérni, javítani, vagy az elért eredményeket (pontszámot, százalékot) kiírni.

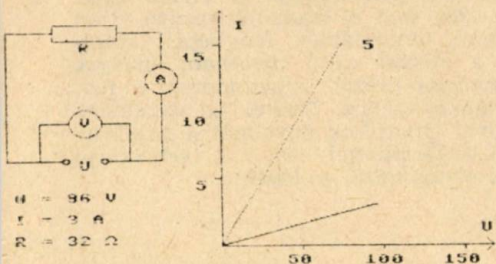
A programok előtti kezelési útmutató és a képernyőn megjelenő ismertető olyan konkrét útmutatást ad a programok felhasználásához, hogy ahhoz csak a számítógép kezelésének ismeretére van szükség. A könyvben közölt programok alkalmazhatók a programozási nyelv ismerete nélkül is. (Annak ismeretében viszont megvan a módosítás, továbbfejlesztés lehetősége.)

A programok kipróbálása azt igazolta, hogy a számítógép alkalmazása új lehetőségekkel bővíti a fizikai fogalmak,



1. ábra

A GYORSULÓ MOZGÁS című programból



2. ábra
Az ELLENÁLLÁS című programból

jelenségek, összefüggések, törvények megértését, rögzítését; új színekkel gazdagítja az alkalmazott módszerek skáláját. A tanulók érdeklődéssel fogadják a számítógép alkalmazását. Kezelését azok is hamar elsajátítják — a program felhasználásának szintjén — akik korábban nem használtak számítógépet. A gép alkalmazása a tanulók eredményeinek fokozása és a motiváció növelése mellett hozzájárul a számítógép megismeréséhez, használatának elsajátításához, a számítástechnikai kultúra kiszélesítéséhez.

SMIDÉLIUSZ ZSUZSA
szaktanácsadó
Sopron
Belvárosi Általános Iskola

Pályázat

A SZOT, a Pedagógusok Szakszervezete, az Országos Oktatástechnikai Központ és az Országos Pedagógiai Intézet Számítástechnikai Programirodája pályázatot hirdet „Számítógép az iskolában” címmel három kategóriában. A pályázat célja az informatika iskolai elterjesztésének segítése, az iskolában felgyülemlett tapasztalatok megfogalmazásának, közkinccsé tételének ösztönzése.

Az 1. kategóriában módszertani tanulmányokkal lehet pályázni, melyekben a pályázó elemzi a számítógép szerepét a nevelő-oktató munkában.

A 2. kategóriában olyan pályaművekkel lehet részt venni, amelyek feldolgozzák egy adott tantárgy, tananyag rész vagy ismerethalmaz oktatásának számítógépes támogatását tanulmány formájában.

A 3. kategóriában számítógép-programokkal lehet pályázni, melyek az iskolai ügyvitel vagy a pedagógusok adminisztratív teendőit segítik, könnyítik meg.

A pályaművek beérkezésének határideje: 1987. október 1.

Pályadíjak kategóriánként:

I. díj 12 000 Ft

II. díj 8 000 Ft

III. díj 4 000 Ft

A részletes pályázati felhívás a *Pedagógusok Lapja* 1986. december 19-i számában jelent meg.

A pályázattal kapcsolatban felvilágosításért a Pedagógusok Szakszervezete Köznevelési és Felsőoktatási Osztályához lehet fordulni (telefon: 228-452).

*

A Pedagógusok Lapja 1986. évi 21. száma *Iskoláink természettudományos oktatása nemzetközi összehasonlításban is kiváló* címmel interjút közöl dr. Báthory Zoltánnal, az OPI Értékelési Központjának a vezetőjével. Az interjúban — többek között — az alábbiak olvashatók: „1983-ban is elvégeztük az új természettudományos felmérést, mely részben megismételte az 1971. évi felvételt. Itthoni elemzéseink azt mutatják, hogy a természettudományos oktatás hatékonysága nem csökkent. Ebből az az oktatáspolitikai következtetés adódik, hogy hazánkban... átlagon felül eredményes a természettudományi nevelés, s ez a színvonal oktatási rendszerünk stabil tényezője.

E körülmény azért lényeges, mert az IEA-vizsgálatok egyértelmű kapcsolatot mutattak ki külföldön a gazdaságilag élénjáró országok átlagos teljesítménye és a korszak „húzó tantárgyaiban” kimutatható kiugró eredmények között. S e húzó tantárgyak éppen a matematika és a természettudományi stúdiumok...”

Az interjút *Kronstein Gábor* készítette.

*

Megjelent az Útmutató az általános iskolai fizika tananyagának korrekciójához című OPI-kiadvány, amelyről *A Fizika Tanítása* 1986. évf. 3., és 4. száma már részletes tájékoztatást közölt. A füzet fő fejezetei: A korrekció célja és koncepciója; A korrekció ütemezése; A korrekció tartalma. Az útmutató módszertani javaslatokat is közöl néhány tananyag-rész tanításához. A korrekció — amint erről olvasóink más forrásokból már értesültek — az 1987/88. tanévtől kezdődően érvényes. Az útmutató ingyenes kiadványként a megyei (fővárosi) pedagógiai intézetek közvetítésével jut el az általános iskolákhoz.

*

REALNET soros COMMODORE illesztő. Segítségével hat számítógép egyszerre használhatja a közös lemezegységet és nyomtatót. Működése automatikus, kézi kapcsolást és programozást nem igényel. Hozzákapcsolhatók a COMMODORE-gépek, külön interfésszel a HT-gépek is. Bővebb felvilágosítás: **REALTEAM GM, 1039 Budapest, Bálint György u. 16. Oláh Antal, telefon: 452-304.**

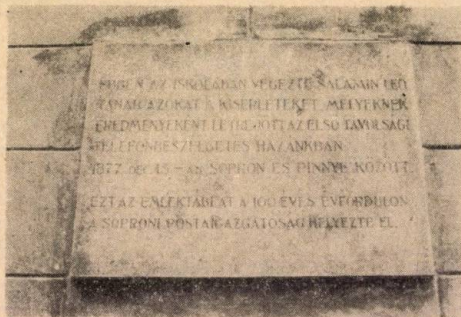
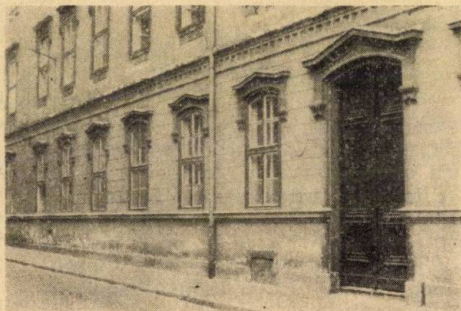
*

Helyreigazítás. *A Fizika Tanítása* 1986. évf. 5. számában *Vermes Mihályné* beszámolót közölt a XXIX. Országos Középiskolai Fizikatanári Ankétról. A beszámoló „I. Fizikai kísérletek”-ről szóló rész 6. pontjába hiba csúszott be, az alábbiak szerint: „*Finta András—Nyitra Róbert*, Budapest: Optikai kísérletek”.

Kérem ennek helyesbítését, mert a bemutatott kísérlet önálló munkám eredménye. *Nyitrai Róbert* pedig — ahogy ezt helyesen a 14. pontban később közli a cikk — „0,1 °C felbontású digitális hőmérő” kísérletével szintén önállóan jelentkezett.

FINTA ANDRÁS
tanár
Budapest

Szobrok, emléktáblák. A *Fizika Tanítása* 1986. évf. 6. számától kezdve olyan szobrok, emléktáblák fényképeit közöljük a *Fórum* című rovatban, amelyek valamilyen módon kapcsolódnak a fizika tananyagához. Ezáltal is szeretnénk felhívni Olvasóink figyelmét a fizikával, a fizikátörténettel és a technikával kapcsolatos hazai emlékekre.



Most közölt fényképünk a *soproni Széchenyi István Gimnázium* épületét ábrázolja. A bejáratától balra, a hatodik és a hetedik ablak között emléktábla van, amelyen a következő felirat olvasható: Ebben az iskolában végezte *Salamín Leó* tanár azokat a kísérleteket, melyeknek eredményeként létrejött az első távolsági telefonbeszélgetés hazánkban 1877. dec. 13-án Sopron és Pinnye között. Ezt az emléktáblát a 100 éves évfordulón a Soproni Postaigazgatóság helyezte el.

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р М.Хёдт: Историческое и логическое единство и исторический принцип в обучении физике	33
Боди Оттонэ: Координация физики и истории в общей школе	38
Д-р Пapp Шандор: Снабжение периферии — дешевле	40
Кёрёшнэ Микиш Марта—Панушка Рудолф: Симметрия — рекурсивность — графика на компьютере	42
Д-р Шюмеги Ласло: Советы для обучения относительным системам	55
Уголок идей (Агоч Ласло, Галлаи Антал)	59
Аннотация книг (Шмиделиус Жужа)	61
Форум	62

INHALT

Dr. Manfred Hoedt: Die geschichtliche und logische Einheit sowie das historische Prinzip im Physikunterricht	33
Bódi Ottóné: Koordination zwischen Physik und Geschichte in der allgemeinbildenden Grundschule	38
Dr. Papp Sándor: Periferieversorgung — billiger	40
Körösné Mikis Márta—Panuska Rudolf: Symmetrie — Rekursivität — Computergraphik	42
Dr. Sümegi Lászlóné: Vorschläge zum Unterricht der Bezugssysteme	55
Praktischer Winkel (Agócs László, Gallai Antal, Tósa József)	59
Buchbesprechung (Smidélíusz Zsuzsa)	61
Forum	62

Felhívjuk olvasóink figyelmét!

Bonifert Domonkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak (Rsz.: 8094)	Kötve: 45,— Ft
Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.)	Kötve: 56,— Ft
Budó Ágoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.)	Kötve: 61,— Ft
Budó—Mátrai: Kísérleti fizika III. (Rsz.: 4292/III.)	Kötve: 49,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)	Kötve: 71,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8175/II.)	Fűzve: 39,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Hogyan tanítsuk a fizikát a 6. osztályban? Tanári kézikönyv. (Rsz.: 83 109)	Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Hogyan tanítsuk a fizikát a 7. osztályban? Tanári kézikönyv (Rsz.: 83 030/I.)	Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Kövesdi Pál—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Hogyan tanítsuk a fizikát a 8. osztályban? Tanári kézikönyv (Rsz.: 83 036/I.)	Fűzve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. I. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 40,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. II. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 29,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. III. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 43,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Mechanika Elméleti fizika I. (Rsz.: 42 221/I.)	Kötve: 33,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Klasszikus erőterek Elméleti fizika II. (Rsz.: 42 221/II.)	Kötve: 60,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Kvantummechanika Nem relativisztikus elmélet. Elméleti fizika III. (Rsz.: 42 221/III.)	Kötve: 86,— Ft
V. B. Bereteckij—E. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Relativisztikus kvantumelmélet. Elméleti fizika IV. (Rsz.: 42 221/IV.)	Kötve: 84,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Statisztikus fizika I. Elméleti fizika V. (Rsz.: 42 221/V.)	Kötve: 85,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Hidrodinamika Elméleti fizika VI. (Rsz.: 42 221/VI.)	Kötve: 78,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Rugalmasságtan Elméleti fizika VII. (Rsz.: 42 221/VII.)	Kötve: 32,— Ft
Zátonyi Sándor: A fizikai feladatok megoldása és a tanulók gondolkodása (Rsz.: 52 965)	Fűzve: 24,— Ft
Zátonyi Sándor: Az előismeretektől a tudásig	Fűzve: 36,— Ft

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a KÖNYVESBOLTOKBAN!

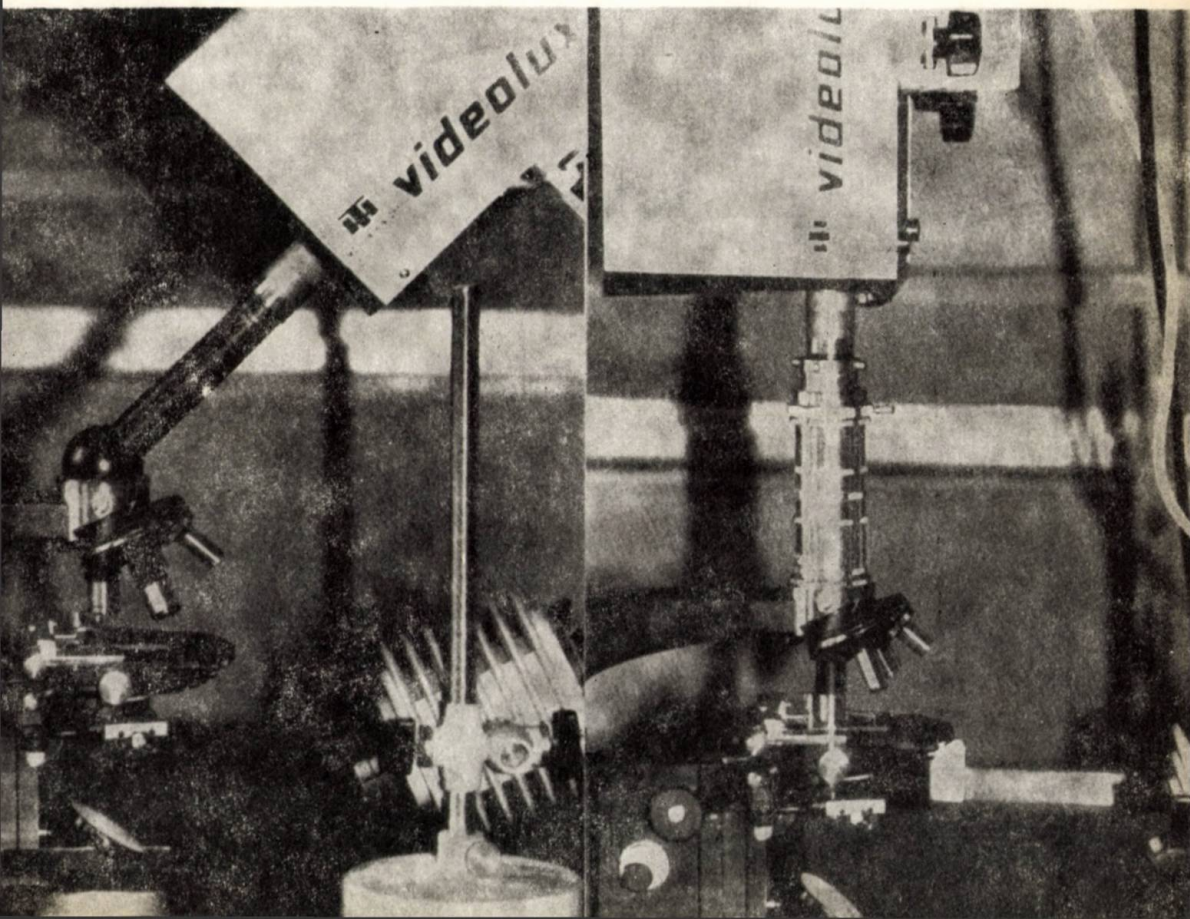
A

3 1987
XXVI. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA



A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:
DR. GECSÓ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LÓRÁNT, DR. LITZ JÓZSEFNE,
DR. NAGY LÁSZLÓ, PÁHAN ISTVÁN,
DR. PAÁL TAMÁS, DR. TASNÁDI PÉTER,
DR. VIDO IMRE, VIG ISTVÁN, DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ,
DR. ZATONYI SÁNDOR.

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai
Intézet 1406 Budapest. pf.: 33. Gorkij
fasor 17–21. — Telefon: 211-200. —
Kiadja: a Tankönyvkiadó. 1055 Bu-
dapest V., Szalay utca 10–14. — A
kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó
igazgatója. — Terjesztő a Magyar Pos-
ta. Előfizethető: bármely postahiva-
tálnál, a kézbesítőknél és a Posta
Központi Hírlap Irodánál (postacím:
Budapest V., József nádor tér 1. —
1900) személyesen vagy postautalván-
nyon, valamint átutalással a KHI
215–96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.
Előfizetési díj: egy évre: 42,— Ft

Réval Nyomda Egri Gyáregysége.

Eger, Igazgató: Horváth Józsefné dr.
87 2026

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket
gépelve, két példányban
küldjék meg a szerkesztő-
ség fenti címére, a lakásuk
és munkahelyük, valamint
személyi számuk pontos
feltüntetésével. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak! Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek! A sor
hossza 66 betűhely. A cik-
kek terjedelme legfeljebb
6–8 gépelt oldal lehet. A
rajzokat, táblázatokat kü-
lön lapon, megfelelő ábra-
szöveggel (aláírással) ellát-
va küldjék be!

Kéziratot nem őrzünk meg
és nem adunk vissza!

TARTALOM

Isza Sándor: A mechanika tradicio- nális sztatikai felépítésének bírálata	65
Gogola Aladár: Felületi feszültség mérése munkavégzéssel	76
Miklós Erika: Célunk a tehetséggon- dozás	85
Csákány Antalné: A japán oktatás amerikai szemmel	87
Aros Józsefné: Fizikai kártyajáték	89
Ötletsarok (Szendei Sándor, Kósa József)	93
Könyvismertetés (Doba László)	95
Forum	96

Címképünk a dr. Zsudel László: Video-
technika a fizikatanításában c. kiadvány-
ból van. (Ismertetése az 59. oldalon talál-
ható.)

A mechanika tradicionális sztatikai felépítésének bírálati I.

Az 1986—87-es tanévben a gimnáziumi párhuzamos tankönyvek belépésével, ismét a figyelem középpontjába kerültek a fizikatankönyvek tartalmi és didaktikai kérdései. A helyzetet talán egy életképpel lehetne leginkább jellemezni: egy év eleji továbbképzésen az előadásokat követő, mintegy másfél órás diskuszió vége felé ijedten szólt hozzá egy kolléga: „Most értettem csak meg, miről is van szó tulajdonképpen: nem tudtam, hogy az új változat a régi!” Nem hiábavaló hát, ha a pedagógustársadalom figyelmét a számára otthonos didaktikai szempontok mellett ismét a tankönyvek tartalmi kérdéseire irányítjuk.

Szinte hihetetlen, de a mechanikatanítás alapkérdése még ma is az, hogy a felépítés a Newton-törvényekre, ill. azok fogalmi alapjaira támaszkodjon-e, vagy inkább az emberiség által követett, mintegy 2000 éves utat megismételni igyekezvén, a Newton-törvényektől idegen fogalomrendszerrel (Archimédész és Szteveniusz mechanikájának fogalmaira) alapozza a középfokú műveltség mechanikai ismereteit. Hasonló kérdés: a Mengyelejev-féle periódusos rendszer felépítését az atom és az atomhéjszerkezet tanítására alapozzuk-e vagy inkább az arisztotelészi négy őselem (tűz, víz, föld, levegő) fogalmára. Tény, hogy az utóbbi megoldás (= sztatikai felépítés) hazánkban ma is élő, sőt megújuló gyakorlat; követői általában e felépítés hagyományaira, az oktatási gyakorlatban hosszú időn keresztül beválására hivatkoznak. Ezért érezzük szükségét, hogy az elavult szemléletet ezúttal ne csak a korszerűbb változat bemutatásával bíráljuk (azt már sokszor és sokféleképpen megtettük [11—27]), hanem a konkrét megvalósítások szembesítésével a szaktudománnyal.

A továbbiakban egy terjedelemeesebb dolgozattól kiragadott részleteket teszünk közzé, amely elsősorban tartalmi szempontból bírálja a hazánkban 1945 után megvalósított sztatikai felépítéseket. A kiragadott részeket úgy választottuk meg, hogy azok önmagukban is érthető egészset alkossanak, másrészt, hogy lefedjék a középfokú mechanika legexponáltabb témáit. Az alcímeket bevezető hivatkozási számokat változtatás nélkül vettük át, ezekre mutatnak a dolgozaton belül előre vagy hátra utaló hivatkozások.

A téma jellegéből adódóan, a dolgozat gyakran idéz szó szerint egyes tankönyvekből. Az áttekinthetőséget biztosító tagoltság érdekében, az idézeteket *dőlt betűvel* szedtük.

III. A bírálat tárgya

A bírálat tárgya a mechanika sztatikai indítású felépítése a gimnáziumban, az 1945—1986. között használt tankönyvek alapján. Megállapítható, hogy ezen időszak valamennyi sztatikai alapozású tankönyve [2, 10] azonos úton, azonos fogalom- és törvényrendszer szerint építi fel a mechanikát, a koncepció megítéléséhez tehát alkalmas vezérfonalat adhat egyetlen tankönyv elemzése is. Erre a sztatikai felépítés egyeduralmának 1945-től 1981-ig terjedő korszakából az utolsó változatot választottam [7], de a lényegesebb eltérő mondatoknál ki fogok térni a többi feldolgozásra is.

III.1. A felépítés

Nyilvánvaló, hogy egy tankönyv céljáról, az általa közvetített ismereteknek az egyetemes emberi kultúrában betöltendő szerepéről részben maguk a feldolgozott fogalmak, törvények árulkodnak, de még inkább ezek használatainak mikéntje. A megítélés szempontjából tehát legalább olyan fontosak a tankönyvi feladatok, azok bemutatott vagy elképzelt megoldása, mint a „megtanulásra szánt” definíciók, törvénymegfogalmazások.

A sztatikai felépítés jellegzetes váza összeáll a tankönyv főbb fejezeteinek címeiből:

A szilárd testek mechanikája

- I. A fizikai mennyiségekről
- II. Az erő, mint fizikai mennyiség
- III. Merev testek sztatikája
- IV. A kinematika és a dinamika alapjai
- V. Impulzus, munka, energia

A folyadékok és gázok mechanikájának elemei

Az első három fő fejezet lényegében Archimédész, Szteveniusz mechanikáját tárgyalja, a negyedik a newtoni mechanikát, az ötödik fejezetben a Newton-törvényekből dedukálja a Newton-törvényeknél sokkal általánosabb érvényességi területű impulzusmegmaradást és a mechanikai energiamegmaradást. A könyv második részének szánt folyadék- és gázmechanikát ismét a Newton-törvényektől független megközelítésben tárgyalja.

A felépítés apró részletekbe menő bírálatának kifejtése előtt hasznos lenne a felépítés gondolatmenetét, az általa megvalósított oktatási koncepciót elemezni. Ilyet azonban sem a nagy lépésekben haladó áttekintés, sem a részletes elemzés után visszamaradó benyomásokra támaszkodva nem sikerült felismernem.

A fizikai mennyiségekről (tankönyvfejezet)

III.2. Alapmennyiségek a mechanikában (tankönyvi lecke)

A fizika tantárgy bevezetéseként (a korábbi tantervek szerint II. osztályban kezdődött a fizika oktatása) egy ilyen témájú fejezetet csak helyeselni lehet. Itt az SI-mértékrendszer mechanikai alapmennyiségeit veszi sorra (hosszúság, idő, tömeg). Már ezekkel kapcsolatban felbukkan a későbbi bajok egyik forrása, a definíciónak (vagy törvénynek) látszó, üres megfogalmazás: *A tárgyak egymástól való távolságának, továbbá a testek méreteinek jellemzésére szolgáló fizikai mennyiség a hosszúság. Szokásos jelei: l , s , h , r , d [7, 11]. Szerencsére ez előtt még ott áll egy mondat, ami tényleg tartalommal töltheti meg a tankönyvi „definíciót”: *Sok tapasztalat alapján tudjuk, mit kell azon érteni, hogy a környezetünkben levő tárgyak közül az egyik közelebb, a másik távolabb van* [7, 11]. Itt is ugyanarról van szó tehát, mint a köznapi életben. A hosszúságot követő időfogalom tárgyalásakor azonban már csak a semmitmondó „definitív” mondat marad [7, 16]. Kétségtelen, hogy az alapmennyiségeket — éppen alapjellegük miatt — igen nehéz, ezért középfokon nem is célszerű definiálni. Épp így üres azonban a tankönyv további fejezeteiben található definíciók nagy része is. Szerepük, úgy tűnik, nem az, hogy egy fogalom határait megvonják, kapcsolatát más fogalmakkal és a tapasztalatok-*

kal megadják, hanem hogy egy könnyen (akár értelem nélkül) megtanulható mondatból az iskolai számonkérés alkalmas alanyaivá váljanak.

A tömegfogalom köznapi tapasztalatokkal való összhangba hozása, a mennyiség mérlegre alapozott mérési utasítással való definiálása korrektnek tekinthető. Nagy kár, hogy semmire nem használja, mondván: *A műszaki mechanikában a tömeg helyett az erőt tekintik alapmennyiségnek* [7, 21]. Akár így van, akár nem, ennek a mozzanatnak az oktatásba való bevitelle, ráadásul éppen a fogalomkialakítás meghatározó fázisaként, semmiképpen sem szerencsés. Még inkább problematikus azonban maga az az út, amelyen haladva az erőt, mint alapmennyiséget a következő fejezetekben bevezeti.

Az erő, mint fizikai mennyiség (tankönyvfejezet)

III.3. Az erő fogalma (tankönyvi lecke)

Egy mennyiség szaktárgyi szempontból korrekt bevezetése a következő úton történhet:

- a) a mennyiség definitív jegyeinek rögzítése,
- b) összehasonlító (mérési) eljárás megadása,
- c) az egység rögzítése.

A mennyiség alap- vagy származtatott jellege szerint, a különbség abban van, hogy az összehasonlítási eljárás elvileg egy új, a szóban forgó mennyiséghez választott egységtesthez, az egységet hordozó jelenséghez hasonlítja az a) pont szerint körülírt mennyiséget vagy az összehasonlítást a származtatás szerint már definiált mennyiségek összehasonlítási eljárására vezeti vissza.

Mindezt az erőre vonatkoztatva, az első (az a) pont szerinti) teendő annak tisztázása, milyen körülmények között mondjuk, hogy az A test a B-re erőt fejt ki — pl. a talaj a gépkocsira —, milyen szempontok alapján különíthető el a talaj által a gépkocsira és a Föld által a gépkocsira kifejtett erő. Ha tudomásul vesszük, hogy vannak erőtörvények, s a mechanikai feladatokban éppen ezek alapján lehet erőkről beszélni, a meghatározó fogalmi jegy csak az lehet, ami minden erőtörvényben közös, nevezetesen, ami az erőtörvényt erőtörvénné teszi: az impulzusváltoztató kölcsönhatás. Persze, az impulzusváltoztató kölcsönhatás magasabb absztrakciós szintű fogalom, mint maga az impulzusváltozás: belefér az is, hogy bár a kölcsönhatás jelen van, a test impulzusa mégsem változik. És éppen ez a dolog lényege. Az esetek kis hányadában az egyensúlyban levő testre ható erőket deformációval járó, rugalmas erők egyensúlyozzák ki, így ennek alapján mondhatjuk — de csak az erőtörvényektől független, köznapi értelemben —, hogy a test az erőhatás következtében vagy gyorsul, vagy deformálódik. A sztatikai felépítés azonban ezt az igen esetleges, az erőtörvényekhez csak többszörös áttételen keresztül kapcsolódó jelenséget emeli az erőhatás definitív jegyévé: *A testek olyan egymásra hatását, amely a testek alakjának, mozgásának vagy egyszerre mindkettőnek megváltozásában nyilvánul meg: erőnek nevezzük* [7: 29]. Eszerint nem mondhatjuk, hogy a Millikan-kísérletben a kondenzátorlemezek között lebegő olajcseppekre erő hat: mozgásállapotuk nem változik, deformációjuk nincs vagy ha van is, elhanyagolható, és semmi esetre sem belőlük származtathatók a cseppecskékre ható erők. Lehet, hogy mire odáig érünk, ezt a definíciót már nem kell komolyan venni? Nem az a baj, hogy ott majd kibővítve vagy árnyaltabban kell értelmezni, hanem, hogy

helyette valami más t kell gondolni. És hogy mit, arról a sztatikai felépítés keretében nem szokás rendelkezni.

A testek által egymásra kifejtett egyes erők fogalmi körülhatárolásához is csak az erőtörvényeken keresztül vezet az út: a Föld által a gépkocsira kifejtett erő az $\vec{F} = -\gamma m M r / r^3$ gravitációs erőtvényből adódó mennyiség (az az impulzusderivált, amit a Föld a gépkocsinak okozna, ha a gépkocsi más kölcsönhatásban nem állna), a talaj által a gépkocsira kifejtett erő a talaj (nem pedig a gépkocsi) deformációjával kapcsolatos impulzusváltoztató kölcsönhatás mértéke (az az impulzusderivált, amit a talaj ugyanilyen mértékű deformációja mellett a gépkocsinak okozna, ha a gépkocsi más kölcsönhatásban nem állna).

Az erőhatás tankönyvi definíciójában szereplő „vagy” elve kizárja az erőnek e definícióra alapozott kvantitatív meghatározását. Ha mértékül a mozgásállapot-változást választjuk, érthetetlen, mit keres a kvalitatív definícióban a deformáció, ha a deformációt választjuk (a sztatikai felépítés ezt teszi), a mennyiségi definíció üres marad minden olyan esetben, ahol deformáció nem lép fel (nem értelmezhető például a szabadon eső testre ható gravitációs erő mint mennyiség), azokban az esetekben pedig, amelyekben a test gyorsul is, deformálódik is, teljes fogalmi zűrzavarhoz vezet: A gyorsuló liftben álló emberre a padló által kifejtett erő az ember deformációját vagy mozgásállapotának megváltozását okozza? Milyen hányadában okoz deformációt, milyen hányadában mozgásállapot-változást? Mi alapján számolható az emberre ható erő: a mozgásállapot-változása alapján, vagy inkább a deformációja alapján, vagy mindkettőt figyelembe kell venni? (Az utóbbi esetben egyébként biztosan hibás eredmény jön ki!) És egyáltalán: hogyan különböztessük meg az ember deformációja alapján az emberre ható gravitációs erőt a padló által kifejtett erőtől?

A dinamikai ok—okozat kapcsolatot tisztán halló fül számára az erőhatás tankönyvi definíciója épp oly falsul cseng, mint például ez: „A testeknek olyan egymásra hatását, amely a testek töltésének, mozgási állapotának vagy egyszerre mindkettőnek megváltozásában nyilvánul meg, erőnek nevezzük”. Ebben is, a korábban idézett tankönyvi definícióban is az ok és az okozat paramétereinek összemosása okozza a diszsonanciát. Több vagy komolyabb szaktárgyi kifogás egyébként ez ellen a definíció ellen sem emelhető, mint a deformációval kimondott ellen. A testek töltöttségi állapota nem az erőhatás következménye, hanem éppen a töltöttségi állapottól függ a testek által egymásra gyakorolt erő — mondhatná a fizikában iskolázott ember. S valóban, a töltöttségi állapot az elektromos kölcsönhatás erőtvényében az ok-oldal paramétere, a mozgásállapot-változás viszont az okozat-oldalé. Akárcsak a rugalmas kölcsönhatásban a deformáció és a mozgásállapot-változás. Az ok és az okozat mellérendelő vagy-kapcsolatba állítása szétrombolja a dinamikai ok—okozat viszony struktúráját. Ez pedig a súlyos szaktárgyi félrehangsúlyozáson túl, világnézeti szempontból is igen káros: a mechanika éppen az a tudomány, amelyben az ok—okozat kapcsolat a legtisztábban, mennyiségi viszonyokkal legegzaktabb (középiskolai szinten is) megragadható módon jelentkezik, s így alkalmas kiindulópontja lehet a későbbi filozófiai általánosításnak.

Az ok és az okozat összemosása miatt az erőhatás definíciójában csupán igénytelenségből fakadó tisztázatlanságnak látszik, hogy homályban marad az erőhatás igen lényeges sajátossága, az irányultság: a definíció megfogalmazása még csak sugallja, hogy a test deformációja nem az általa kifejtett, hanem a rá ható erővel kapcsolatos. A későbbiekben azonban ez a felfogás

nagyon fontos szerephez jut, mert ez a kiinduló mozzanata annak a sztatikai felépítésű tankönyvekben általánosan használt szemléletnek, amely szerint a testre ható erő a „testen keresztül” egy másik testre (is?) hat, esetleg azon keresztül egy harmadikra, hogy „kifejthesse hatását” (ti. deformálhassa a legutóbbi testet). Ennek a képnek pedig, amely szerint az erő alkalmas „erővezetőkön” (fonal, rugó, rúd, test stb.), erőtranszformátorokon (csiga, fogaskerék-áttétel stb.) keresztül az elektromos áramhoz hasonlóan áramlik — sőt valamiféle sajátosan értelmezett Kirchhoff-törvény szerint, a csomópontoknál elágazik: „a test súlya a felfüggesztő fonalakon keresztül a falba vert kampókra hat” — a sztatikai felépítésben fundamentális szerepe van: csak így hozható kapcsolatba a dinamométer által mutatott érték a ráfüggesztett test tömegével a dinamika alaptörvénye nélkül. Az anyagban előrehaladva, ezt az értelmetlen, hibás képet egyre magától értetődőbben, egyre kiterjedtebben használja, ez válik a feladatok megoldásának, a törvényértelmezéseknek a kiindulópontjává, s ugyanakkor számos effektív szaktárgyi hiba forrásává (valamennyi hivatkozás a [7] tankönyvre vonatkozik): 35. o.: a test súlya a dinamométerre; 40. o., 4/15. feladat: a test súlya „a fonálon és a csigán keresztül” az állványra; 42. o.: a test súlya a *felfüggesztőfonál közvetítésével* a gerendára; 51. o., 6/14. feladat: a test súlya „a fonálon keresztül” a horogra; 53. o., 6/17. feladat: a létrán álló ember súlya a „létrán keresztül” a talajra; 94. o.: a lejtőre helyezett test súlyának egy komponense (!) a lejtőre; 54. o., 6/20. feladat: a hengerre ható erő egy kontravariáns komponense (!) a „hengeren keresztül” a talajra; 152. o.: a csavaranya súlya a „fonálon keresztül” a testre (továbbá „az újabb fonálon és a csigán keresztül” a másik testre is?). A felsorolás korántsem teljes, célja inkább annak az útnak a bemutatása, amelyen haladva a hibás fogalomalkotás végzetes szaktárgyi hibába — a dinamika alaptörvényének alapvetően hibás értelmezésébe és „kísérleti igazolásába” — torkollik.

Ugyancsak az ok és az okozat összemosásából fakad, hogy a definícióban a változás ténye a deformáció és a mozgásállapot mellett egyenlő hangsúlyt kap. Igaz ugyan, hogy az ok-oldalon szereplő deformáció az önkényesen választható nullhelyezethez viszonyított megváltozásként is értelmezhető, de lényegi különbség, hogy az okozat-oldalon szereplő mozgásállapottal szemben a deformáció mellett nem a változás mint folyamat, hanem éppen az adott állapot fennállása hangsúlyos. (A tartósan összenyomott állapotban levő rugó is fejt ki erőt a támaszra, az alkalmasan öntött — feszültségi állapotban levő — kávéspohár részei is fejtenek ki erőt egymásra.)

Az előbbieket mellett elhanyagolható, önmagában azonban figyelemre érdemes az is, hogy a fogalmi tisztázottság teljes hiányából fakadóan az erőhatás idézett definíciója semmit sem tud kezdeni azokkal az esetekkel, amelyekben a kölcsönhatás alakváltozásban nyilvánul meg ugyan, de nem erő kifejtés eredményeképpen: a definíciót közvetlenül követő megjegyzés szerint a *meghatározásból is kitűnik* (?), hogy például a test felmelegítése nem erőhatás. Már-már bántó az a didaktikai igénytelenség, amely e kitétel mellett szóra sem érdemesíti a melegedés közben fellépő alakváltozást, s ennek a definícióval kapcsolatos viszonyát [7: 29].

Működésképtelen a definíció akkor is, ha olyan testekre ható erőről akarunk beszélni, amelyeknek nincs határozott alakjuk. Márpedig a Newton-törvények ezekre is érvényesek! Persze, nem lehet véletlen, hogy a sztatikai felépítés tankönyvei a folyadékok egyensúlyával, s akár csak legegyszerűbb mozgásával foglalkozó témakörnek külön fejezetet szentelnek, amelyben a Newton-törvényektől független törvényrendszer alapján tárgyalják a jelenségeket.

III.4. A sztatikai erőfogalom történeti háttere

A későbbiekben látni fogjuk, hogy a sztatikai felépítés szaktárgyi hibáinak nagy része az erőfogalom dologi értelmezéséből fakad (ti. hogy az erőt olyan létezőnek tekinti, mint a testeket, amelyeknek fizikai vizsgálatok tárgyaként alkalmas tulajdonságaik vannak: töltés, tömeg stb.). Erre elsősorban a későbbi részletes szaktárgyi elemzés (III.18.) derít majd fényt, de vannak olyan apró szóhasználati tünetei is, amelyek önmagukban is sokat mondanak az erőfogalom sztatikai felépítésbeli tartalmáról: *Két évezreden át azt hitték az emberek, hogy az erő sebességet okoz. Ez a tévedés abból fakadt, hogy nem vették észre a súrlódás szerepét* [10: 106]. Ez úgy hangzik, mintha azt mondanánk: „két évezreden át azt hitték az emberek, hogy a lovas kocsi alkalmasabb szállítóeszköz, mint a gépkocsi. Mi másért használtak volna szekeret a gépkocsi helyett?”. Az erő éppúgy emberi találmány, mint a gépkocsi. Persze, a Föld a Holdra kétezer évvel ezelőtt is fejtett ki erőt, de nem abban az értelemben, hogy ez az erő több mint kétezer éve „megszületett”, és már akkor is „kifejtette hatását”, tehát az akkori emberek is „láthatták”, érzékelték, megvizsgálhatták volna, hogy nem sebességet okoz, hanem gyorsulást. Ilyen tévedések is voltak valóban: hitték például, hogy a Föld egy lapos korong, pedig a Föld ott volt előttük, a maga tárgyi valóságában, alkalmas vizsgálódással akár akkor is meggyőződhetek volna róla, hogy korong alakú nem lehet. De az erő egészen más, az nem dolog, ami akkor is volt, most is van, az erőt ki kellett találni! Éppen ezt tette meg Newton: az erő nem egyéb, mint a newtoni fogalomrendszer egy eleme, amellyel a jelenségek értelmezése hatékony kommunikációra alkalmassá tehető — semmi esetre sem természeti objektum tehát. S valóban: az erőfogalom nélkül mindent el lehet mondani a mechanikában, anélkül, hogy az ismeretrendszer a legkisebb mértékben is csorbulna, csak éppen a kommunikáció válik rendkívül nehézkesé. A Hamilton-formalizmus például nem is használja az erőfogalmat, de ennek megfelelően természetesen más fogalmakat vezet be — szintén a magas szintű formalizáció támogatására. Szerencsére azonban senkinek sem jut eszébe (?) a hatásfüggvényben vizsgálendő természeti objektumot látni.

Van a dolognak egy másik tanulsága is. Egyensúlyról, emelőkről stb. beszéltek az emberek Newton előtt is, és természetesen az ezek köré csoportosuló ismereteknek is megvolt a maga fogalomrendszere. Ez azonban más, mint a newtoni fogalomrendszer. Akkoriban az látszott fontos ismeretnek, hogy a szekér megáll, ha nem húzzák. A fogalom- és törvényrendszer is ehhez igazodott: a mozgás fenntartásához külső hatás kell, ezt látszott hát célszerűnek megnevezni (ami azonban nem a newtoni értelemben vett erő!). Maga az ismeret rendkívül alapvető, olyan erős tapasztalati gyökerei vannak, hogy sajnos a newtoni mechanika fogalomrendszerét fegyelmezetlenül kezelő mai felépítésekbe is lépten-nyomon betolakszik [7: 54: 6/20 feladat, 6/21 feladat, 199]. Ugyanakkor a testek szabadesése szemmel láthatóan „magától” (= külső hatás nélkül) megy végbe, éppen ezért az archimédészi mechanikában *nincs* súlyerő, ill. annak megfelelő fogalom. És a sztatikai felépítés ezt az állapotot konzerválja: a súlyerő nem a testre hat, hanem *nyomja az alátámasztó felületet*, ill. *feszíti a fonalat* [10: 15]. Ebben az eszmekörben a kéttámaszú tartó problémájáról nem a gerendára ható nehézségi erő a bemenő adat, hanem „amivel a gerenda a támaszokat összesen terheli”. Ennek az erőnek az értéke *mg* alaptudnivalóként, az egyensúlyt biztosító kényszererők neve „reakcióerő”. A feladat megoldása nem az egyensúly feltételén alapul — hiszen e gondolatrendszer másról, mint egyensúlyról nem is tud, így annak feltétele

eleve nem is lehet —, hanem abból áll, hogy a „terhelő erő” felbontjuk olyan komponensekre, amelyek a támaszokat terhelik [10: 13—15: 1—7. feladatok]. Nos, a kéttámaszú tartó „reakcióerőinek” egyensúlyi körülmények között való meghatározásáig terjedő perspektíva szerint ez a fogalomrendszer úgy ahogy működőképes, de a dinamika számára egyértelműen zsákutca: a gravitációs erő nem deformál, de gyorsít, a sztatika által gáttalanul alkalmazhatónak sugallt tételek sorra mondják fel a szolgálatot: a gerenda nem *mg* nagyságú erővel nyomja a támaszokat, a testre ható erőket nem lehet más testekre ható komponensekre bontani stb. A gyorsuló mozgások témaköréhez érve, át kellene tehát programozni az egész gondolkodásmódot. Akinek pedig ez nem sikerül (a döntő többség; v. ö. IV.), az úgy marad: a dinamikához érve a „gyorsítóerő”, „mozgatóerő” mentőszámolyán hajózik el a newtoni mechanika alapeszméi mellett.

III.5. Néhány erőfajta (tankönyvi lecke)

Az erőhatás kvalitatív definíciója után a tankönyv — feltehetően a fogalom konkrét tartalommal való megtöltése érdekében — csoportokba sorolja az erőhatásokat:

- izomerő (az izmaink megfeszítése révén kifejtett erő),
- súlyerő (a testre ható nehézségi erő),
- rugalmassági erő (akkor ébred, ha a testek alakját nyújtással, összenyomással, csavarással vagy hajlítással megváltoztatjuk),
- súrlódási erő (csak példát hoz: aminek következtében pl. az asztalon meglökött gyufásdoboz megáll).

A csoportokba sorolás egy lehetséges szempontja például az aktuális erő-törvény jellege lehetne: mely adatoktól függ és melyektől nem függ az erő. A megadott csoportosítás is ilyen szempontúnak látszik, de az izomerő ebből mindenképpen kilóg, mert a definitív jegyben nem az erő-törvény változója szerepel (hanem a fals hangsúlyt adó akaratlagosság), s ráadásul az izmaink által kifejtett erők nem a környező testekre hatnak (ahogyan azt a szöveg sugallja), hanem a csontjainkra. Ezért semmiképpen sem szerencsés az izomerő terminus technicusként való szerepeltetése. Mivel a súrlódás teljes értékű erő-törvénye makroszkopikusan nem mérhető változókat tartalmaz (így, ha akarnánk is, nehéz lenne körülírni, mitől függ az egymáson csúszó felületek által kifejtett erő és mitől nem), a súrlódás szerepeltetése sem mondható szerencsésnek e felosztásban.

Figyelemre méltó, hogy itt, a definícióban, a test súlya még a testre hat. A későbbi fejezetekben azonban minden további megjegyzés nélkül, magától értetődő természetességgel fogja a felfüggesztésre vagy alátámasztásra gyakorolt erőként használni.

A kialakítandó erőfogalom körülhatárolatlan, diffúz voltát sokatmondóan jellemzi a fejezetet követő 3/1. feladat: *Mit eredményez a testek egymásra hatása: kalapáláskor, súlylökéskor, préseléskor, reszeléskor?* A helyesnek gondolt válasz feltehetően a következő: alakváltozást, mozgásállapot-változást, alakváltozást, alakváltozást. Az még csak a kisebb baj, hogy a kalapálás és a préselés következtében fellépő, maradó alakváltozás (a tökéletesen rugalmas testet nincs értelme kalapálni vagy préselni) sokkal inkább a munkadarab belső energiájának megváltozásával kapcsolatos, mint a szerszám által a munkadarabra kifejtett erővel. Az viszont már egészen elképesztő fogalomépítési igénytelenség, hogy a reszelő által kifejtett erőt a reszelés ered-

ményeképpen bekövetkező alakváltozással hozza kapcsolatba! Vagy lehet, hogy a reszelés ebbe az átlagos, gyakorlásra szánt feladatba éppen elrettentő ellenpéldaként került bele? Már csak azért is, mert a reszeléskor fellépő alakváltozás egyébként kielégíti az erőhatás tankönyvi definícióját. Igaz, azt kielégíti a szilárd testek melegítésekor, sőt akár a folyadékok párologtatásakor fellépő alakváltozás is!

III.6. Az erő mint fizikai mennyiség (tankönyvi lecke)

A cím az erő kvantitatív definícióját sejteti, ehelyett azonban annak „tisztázására” kerül sor, hogy az erő vektormennyiség: *Az erő olyan fizikai mennyiség, amelyet csak akkor tudunk egyértelműen meghatározni, ha ismerjük a nagyságát és az irányát is; az erő vektormennyiség.* [7: 33] A vektorjelleg kialakításában egyetlen jelenségre támaszkodik: az egyik végén befogott kötött másik végét különböző irányokba húzva, a tú más-más irányban hajlik meg. Ez bizony kevés ahhoz, hogy az erő irányáról általában is lehessen mondani valamit, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy erőtvörvényekben rögzített szabályok nélkül minden konkrét esetben az alapdefinícióhoz kellene visszanyúlni. Milyen irányúnak adódik például a tankönyvi definíció alapján az asztalon csúszó gyufásdobozra az asztallap által kifejtett erő vagy a Föld által a Holdra kifejtett erő?

Némi empátiával felfogható lenne ez a tankönyvi mondat annak a ténynek pusztá rögzítéseként is, hogy az erőnek a nagyságán túl iránya is van. Ez esetben persze, legalább a későbbiekben kellene valamilyen támpont, hogy mi szerint lehet ezt meghatározni. Ilyen azonban később sem bukkan fel.

Ebben a tankönyvi fejezetben kerül sor a támadáspont bevezetésére is: *Az erő hatása szempontjából sok esetben lényeges, szerepet játszik az a pont, amelyben az erő a testet éri. Ez a pont az erő támadáspontja.* [7: 33] Elég tétova bevezetési mód, amelynek alapján nemigen lehet eldönteni, hogy a támadáspont az erőnek mint fizikai mennyiségnek, egy újabb meghatározó jegye vagy inkább egy újabb szempont, amelyre adott célú vizsgálatban az erőn túl kell figyelmet fordítani. A későbbiekben azonban egyértelműen kiderül, hogy magához az erőhöz tartozó fogalmi jegyként használja [7: 38, 42, 56], ami komoly hiba, mert így a támadáspont és hatásvonal fogalma belekerül a Newton-törvényekbe is, ahol pedig ilyeneknek helye nincs. (A tankönyv által használt fogalomrendszerben a támadáspont ismerete nélkül az erőket összegezni sem lehet!)

A támadáspont szerepének tétova körvonalazása feltehetően elemző bírálatok eredménye, mert a megelőző változat — a még korábbiakhoz hasonlóan — még színes alapra, vastag betűkkel szedett szövegeként, így tartalmazza az erő meghatározását: *Az erő fizikai mennyiség, amelyet nagysága, iránya és támadáspontja határoz meg. Az erő szokásos jele: F .* [6: 30] Bár maga a szóban forgó változás nem lényeges, a jelenség figyelemre méltó, mert jellemző az egymást követő sztatikai felépítések „fejlődésére”: a hiba változatlanul megmaradt, de a feltárását, egyáltalán felismerését megnehezítő elkentségbe burkolózott.

Hasonlóan elgondolkodtató, hogy az erőt mint mennyiséget természetesen egyik „definitív külsőségekbe öltöztetett” mondat sem határozza meg. Információtartalmuk az olvasó számára nem több, mint hogy a későbbiekben értelmezni kívánunk egy erő nevű mennyiséget, amelyet három adattával fogunk jellemezni: nagyságával, irányával és támadáspontjával (feltehetően ott az is kiderül, mit értünk ezeken). Az ilyen jellegű előreutalás

igen hasznos lehetne, ha a későbbiekben a szükséges definíciókra valóban sor kerülne. A tényleges megvalósításokban azonban csak az erő nagyságának meghatározására történik tétova próbálkozás (az erőmérés ürügyén), így az oktatási gyakorlatban teljes értékű definíció rangjára emelkedik az üres meghatározás, aminek alapján hozzákezdeni sem lehet egy mechanikai feladat megoldásához!

III.7. Az erő mérése és mértékegységei (tankönyvi lecke)

Ez a fejezet úgy építkezik, mintha csupán egy, már definiált mennyiség mérésének technikai részleteiről szólna. Valójában azonban itt „bújik meg” a sztatikai felépítés erőfogalmának — mint alapmennyiségnek — a definitív összehasonlítási eljárása: *Bármilyen fajta két erőt — tekintet nélkül eredetükre — egyenlőnek tekintünk, ha ugyanazon a csavarrugón egyenlő megnyúlást létesítenek. ... Az erő nagyságát a dinamométer skáláján olvashatjuk le.* [7: 34]

Ez, mint elvi mérési utasítás, használhatatlan, mert üres minden olyan esetben, amikor az erő nem rugóra hat. Az erő ugyanis nem dologi jellegű, nem megmaradó mennyiség, ami alapján jelentést lehetne tulajdonítani annak az állításnak, hogy „az az erő, amely az imént vizsgált testre hatott, most a dinamométerre hat”. Így egyszerűen érthetetlen, miképpen kellene például az eldobott súlygolyóra ható gravitációs erőt dinamométerrel megmérni. Azaz milyen mérésekre hivatkozva lehet állítani például, hogy a gravitációs erő független a test sebességétől. (Nem feltétlenül a gyakorlatban is kivitelezhető, akár csupán elvileg elvégezhető mérés alapján!)

Nyilvánvaló, hogy egy meglehetősen diffúz erőfogalommal és egy majdnem teljesen üres mérési utasítással (aminek alapján csak a dinamométerre ható kényszererő mérhető) nem lehet nekivágni a legegyszerűbb mechanikai vizsgálatoknak sem. Ezen a sztatikai felépítések azzal a tételelesen sehol sem kimondott, de általános érvénnyel használt „tétel” alkalmazásával segítenek, hogy a testre ható erő a testen keresztül a vele érintkező másik testre (is?) hat — mintegy átfolyik abba. Így például a súlyerő a test közvetítésével a felfüggesztő dinamométerre hat (hogy az megmérhesse). Néhány igen egyszerű, tisztán sztatikai problémát tekintve, ez a semmilyen fizikai törvénnyel nem indokolható „tétel” valóban megszünteti az ürességet, általában azonban vagy használhatatlan, vagy súlyos szaktárgyi hibákhoz vezet. (Az előbbire példa az eldobott súlygolyóra ható nehézségi erő esete, az utóbbira a dinamika alaptörvényének értelmezése és kísérleti igazolása úgy, ahogy a tankönyv megadja [7: 152—153].)

Ha az erőt mint alapmennyiséget a dinamométerre alapozott elvi mérési utasítással definiáljuk, a korrekt tárgyalás feltétlenül megkívánná egy etalonrugó (legalábbis gondolati) bevezetését. Ezt helyettesíti a dinamométer hitelesítésének egy lehetőségeként felvillantott eljárás: *Ha a dinamométer skáláját úgy készítjük, hogy a dinamométerre 1, 2 stb. kg tömegű testeket függesztve, a rugó mögött elhelyezett papírlapon megjelöljük a rugó megnyúlásait, akkor az erőt a skálán technikai egységekben olvashatjuk le.* [7: 35] A műszaki élettől és a fizika szaktudományától egyaránt idegen etalonrugó hiányát a sztatikai felépítés hívei az empirikus erőskálák bevezetésével vélik áthidalhatónak, ami — ugyan nem elhanyagolható fogalmi nehézségek árán — valóban be is tölthetné ezt a feladatot, ha az egész fogalomrendszert nem tennék a korábban elemzett problémák eleve használhatatlanná.

III.8. Az erők párosával lépnek fel (tankönyvi lecke)

Az első természeti törvény a sztatikai felépítésekben általában Newton harmadik törvénye. (Olyannyira, hogy van, ahol még az erő fogalmát is megelőzi [5: 12]!) Először — nagyon helyesen — az erőhatások (kvalitatív szintű) szimmetriáját rögzíti: *Az erők mindig párosával lépnek fel. Miközben az egymásra ható testek közül az egyik erővel hat a másikra (akció), a másik test is erővel hat vissza az elsőre (reakció). A két erő: erő—ellenelő párt alkot és nem ugyanarra a testre hat.* [7: 41] Eltekintve most a fogalmazás nem egészen szerencsés voltától és az erőfogalom megalapozatlanságától, itt minden rendben lenne, ha nem bukkanna fel az éppen megállapítani kívánt szimmetriát sértő akció—reakció, hatás—visszahatás fogalomkör. Maguk az elnevezések nem lennének zavaróbbak, mint a törvénymegfogalmazás egésze, ha e „kulcsszavak” ártatlannak látszó „becsempészésével” nem a korábbi sztatikai felépítések egészen sajátos törvényértelmezését idéznék fel: *Két test között erő kifejtés csak akkor lehetséges, ha ellenelő is felléphet. Pl. a „legerősebb” ember is csak akkor tudja a vékony cérnaszálat elszakítani, ha megfelelő ellenállásra talál. Ha a cérnát ellenállás nélkül húzhatja, nem képes azt elszakítani.* [5: 12] A harmadik törvényt ismerő olvasó számára ez az értelmezés meghökkentően hathat: egészen másról van itt szó — gondolhatná (joggal). Pedig a sztatikai felépítésben igenis úgy szokás értelmezni a hatás—ellenelő törvényét, hogy a kölcsönható testek valamiféle harmadik, közvetítő test (általában fonál, rugó stb.) beiktatásával „küldik” egymásnak az erőt. Így már van jelentése annak a megállapításnak, hogy a cérna egyik végén az erős ember által elindított akcióelő a cérna másik végén nem találván testre (amelyből a reakcióelőt kiválthatná) dolgvégezetlenül kénytelen elenyészni, anélkül tehát, hogy hatását kifejtethné (ti. létrehozná a — cérna elszakadásához vezető — deformációt). Ha ezt egymaga is megtenné, megsértene egy természeti törvényt (ti., hogy az erők párosával lépnek fel)! A fizika tantervű osztályok tankönyve ugyanerre a törvényelemzésre kifejezetten gyakorlati példát hoz: *Az autó azért „akad el” a sáros vagy homokos úton, mert a talaj lazasága miatt nem léphet fel a megfelelő nagyságú ellenelő. Az autó igen „erős” motorja is csak akkora erőt (hatást) fejthet ki, amekkora ellenelő lép fel a kerék és a talaj érintkezésénél.* [8: 24] Ebben a képben a motor — mint „az erő forrása” — „küldi” az erőt a talaj felé, de ha az ott nem „találja” az ellenelő kifejtésére alkalmas testet, maga sem képes kifejteni „hatását” (ti. nem tudja változtatni az autó mozgásállapotát). Az erő tehát itt is, az előző képben is, önálló életre kel, hatása nélkül is létezik, s mint palackba zárt szellem a dugó kihúzóját, keresi az ellenelőt kifejtő testet. És mindez így a sztatikai felépítés által nyújtott fogalomkör nagyon is következetes. Csakhát az igazi, a mechanikai feladatok megoldásában alkalmazható, harmadik törvénytől (és erőfogalomtól) áll nagyon messze. Nos, az ilyen vakvágányok miatt kell az iskolában a mechanikai feladatok megoldását a tananyagot túl, külön megtanítani, arra a sztatikai fogalomrendszer törvényei nem alkalmasak!

Persze, a sztatikai felépítés is „fejlődik”. A legújabb változat (1986. szeptember) már nem használja a reakcióelő keresésére induló akcióelő képet. Helyette így értelmezi a harmadik törvényt: *Hogyan képes a ló elhúzni a kocsit az akció—reakció ellenére? A két erő közül az egyik a lovat és a kocsit viszi előbbre, a másik a Földet pörgeti vissza. Ha a kocsit fához kötik és a ló erőlködik, akkor a két erő egyetlen, merev testen hat és egyensúly jön létre.* [10: 47] A problémát — mint tipikus álproblémát — valóban fel szokás vetni, de nem a Föld által a lovaskocsira (a lovat is hozzászámítva) és a lovaskocsi

által a Földre kifejtett erőkkal kapcsolatban, hiszen úgy semmi újat nem tartalmaz az utcán sétáló emberhez vagy egyszerűen egy kő eldobásához viszonyítva, hanem a ló által a szekérre és a szekér által a lóra kifejtett erőkre vonatkozóan. A k o r ugyanis így lehet exponálni a kérdést: Ha egyszer a szekér ugyanannyira húzza a lovat visszafelé, mint amennyire a ló húzza előre a szekeret, miért megy a lovasszekér arra, amerre a ló akarja? S ebben a felvetésben legalább tényleg látszik valami érdekesség. Persze — ha rendelkezésre állnak az alkalmas fizikai törvények — könnyű rámutatni, hogy a problémaexponáló kérdést olvasván, a tanuló a ló—szekér kölcsönhatásra fog gongyorsulását nem a testre ható valamelyik, hanem az eredő erő szabja meg, s a lóra is, a szekérre is hat más test. Nagyon valószínű, hogy a problémaexponáló kérdés olvasván, a tanuló a ló—szekér kölcsönhatásra fog gondolni (helyesen), s így nem értheti majd magát a magyarázatot. Mindez azonban említésre is alig érdemes apróság. A baj a törvényt magyarázattal sokkal inkább ott van, hogy nyíltan sérti éppen azt a törvényt, ami a harmadik törvény fogalmi alapja, nevezetesen az impulzusmegmaradást: Amikor a szekér egyenletesen halad, nem a Föld által kifejtett erő viszi előre (még csak nem is a talaj által kifejtett erő), hiszen a lovasszekérre ható erők összege nulla. Itt is az egyenletes mozgást biztosító „mozgatóerővel” állunk szemben, ami a Newtont, Galileit és Leonardot da Vincit megelőző arisztotelészi fizika eleme volt (l. még [7: 54: 6/20. feladat, 6/21. feladat; 199]). Természetesen a lovasszekér egyenletes haladása közben az általa a Földre kifejtett erő is nulla, így ez sem pörgetheti a Földet. Amikor pedig a szekér gyorsul, impulzusa megváltozik, de ekkor a Föld impulzusa is megváltozik. Igaz, megváltozik a Föld impulzusmomentuma is — amire a Földet pörgeti kitétel utal —, de a harmadik törvénnyel nem ez, hanem az impulzusváltozás kapcsolatos! V. ö. III.11.-ben mondottakat a támadáspont „szerepéről” a dinamika alap-törvényében.)

(Folytatjuk)

IRODALOM

A dolgozat irodalmi hivatkozásainak szisztémája a következő: pl. [6] az irodalomjegyzékben a 6-os sorszám alatt megadott mű **egészére** hivatkozik, [6: 45] a 6-os sorszámú mű 45. oldalára.

Azoknál a középfokú tankönyveknél, amelyeknek az iskolai oktatásban való használatát miniszteri utasítás rendeli el, ill. engedélyezi, közvetlenül a sorszám után (a szerzők előtt) az utasítás érvényességének időtartama van feltüntetve.

1. *Greguss Gyula* (átdolgozta Berecz Antal): Természetan. Athenaeum Irodalmi és Nyomdai Rt., Budapest, 1902.
2. 1945—1949: *Óveges József*: Fizika a gimnázium és leánygimnázium VII. osztálya számára. Szent István Társulat, Budapest, 1945.
3. 1950—1955: *Bor Pál*: Fizika az általános gimnázium II. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1950.
4. 1955—1960: *Bayer István, Hamza Tibor, Huszka Ernőné*: Fizika az általános gimnáziumok II. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1959.
5. 1961—1965: *Bayer István, Hamza Tibor, Huszka Ernőné, Nyilas Dezső*: Fizika az általános gimnáziumok II. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1961.
6. 1966—1972: *Dr. Makai Lajos, Várszegi Márton*: Fizika az általános gimnáziumok II. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.
7. 1973—1981: *Dr. Makai Lajos, Kakuszi László*: Fizika a gimnáziumok II. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.
8. 1967—: *Párkányi László*: Fizika a gimnáziumok szakosított tantervű II. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973.
9. 1986: *Dr. Vermes Miklós*: Fizika, gimnázium I. osztály. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.
10. 1986—: *Dr. Vermes Miklós*: Fizika, gimnázium II. osztály. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.

Felületi feszültség mérése munkavégzéssel

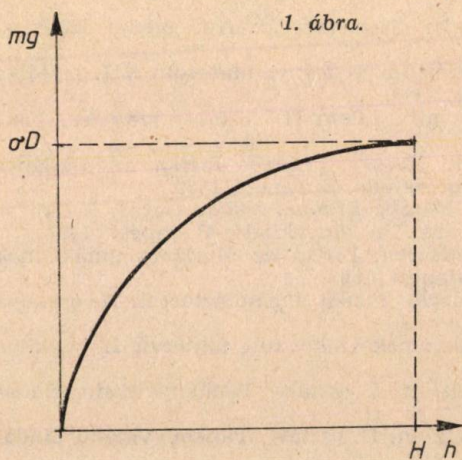
A gimnázium 1. osztályos Bakányi—Fodor stb. fizika tankönyve a 25. fejezetben a felület növelésekor végzett munkával vezeti be a felületi feszültség fogalmát. A Fizika Tanítása 1985. 3. számában leírt cérnaszálas drótkeret és ultraoldat felhasználásával gyakorlatban, tanulókísérletként is elvégezhető az ott elvileg ismertetett mérés.

A mérés két részből áll: először fel kell venni az erő-elmozdulás függvényt, majd meg kell állapítani a bekövetkezett felületnövekedést és a végzett munkát.

Az erő—elmozdulás függvény felvételéhez célszerű 8—10 cm széles drótkeretet használni. A rákötött cérna pedig legyen 1—2 cm-rel rövidebb, mint a drótkeret szélességének megfelelő átmérőjű kör félkerülete.

Rajztáblára rajzszögekkel írógéppapírt erősítünk, majd a táblát Bunsen-állványba befogva függőlegesre állítjuk. Lényeges, hogy a mérés során a drótkeret mindig ugyanazon helyre tegyük vissza a papíron. Ezért a rajztáblába egy vízszintes egyenesen két, kissé kiálló szöget kell beverni és közéjük függőleges egyenest húzni a papírra. Ezután megjelöljük a cérna közepét és a mérés során a drótkeret felső oldalát mindig úgy illesztjük a két szöghöz, hogy a cérna megjelölt közepe a papírra húzott függőleges egyenesre essék.

Az ultraoldatba mártott, majd kiemelt drótkereten folyadékhártya jön létre, amely a cérnaszálat körív alakban behúzza. A cérna közepét drótból házilag készített akasztós súlyokkal terheljük, majd a rajztáblához illesztve, kiegyenesített biztosítótűvel eszközölt szúrásokkal megjelöljük a papíron a cérna közepének helyzetét. A terhelést addig célszerű növelni, míg a cérna közepe és a drótkeret két szárán levő rögzítési pontjai egy egyenesbe nem esnek. (Nagyobb terhelés esetén, tehát ha a cérna közepe ennél mélyebbre süllyed, a mérősúlyokra leszivárgó oldat súlya illuzórikussá teszi a mérést, ezért ezt az esetet nem vizsgáljuk.) Ezután a papírt levesszük a rajztábláról és tolómérővel megmérjük a szúrásokkal megjelölt pontoknak a terheletlen cérna közepének helyétől való távolságát.



Az így nyert adatokkal 70 gramm/m^2 -es papírra felrajzoljuk az erő-elmozdulás függvényt. A kapott görbe jellege az 1. ábrán látható. A görbe és az elmozdulás-tengely (X -tengely) közötti területet kivágjuk és tömegét táramérlegen megmérjük.

A felületnövekedés mérése már jóval könnyebb: újabb papírt erősítünk a függőleges rajztáblára és ceruzával görbét húzunk előbb a terheletlen, majd a maximális súllyal terhelt cérna mentén. A két görbe közötti terület a hártya felületnövekedésének a fele, amelyet szintén kivágunk és tömegét megmérjük.

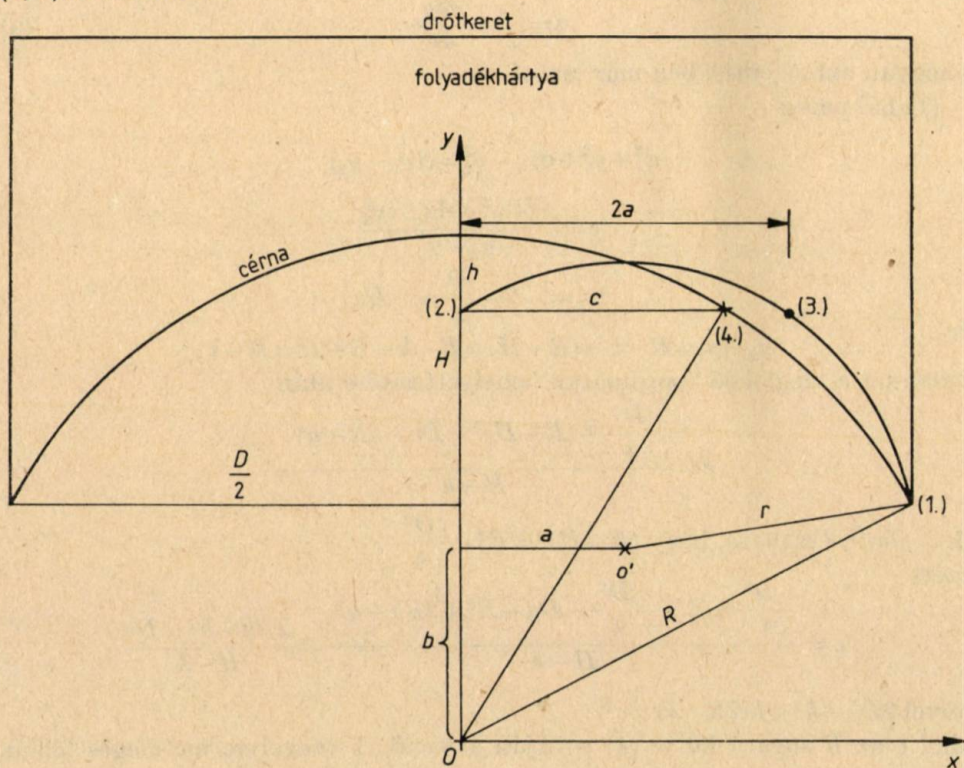
Ezután már csak $10 \times 10 \text{ cm}^2$ -es darabot kell kivágni ugyanebből a papírból és ennek tömegét is lemérjük. A tömegek arányából könnyen kiszámítható a felületnövekedés, valamint az erő-elmozdulás függvény alatti terület nagysága, azaz a munkavégzés. A kettő hányadosából kapott felületi feszültség értéke jól megegyezik az ugyanezen cérnaszálás drótkerettel, de az erőhatás felhasználásával végzett mérés $\sigma = mg/4x$ képletből kapott eredménnyel. (A Fizika Tanítása, 1985. 3. szám.)

A mérés elsősők számára elméletileg és gyakorlatilag túlságosan bonyolult, de szakkörösök, vagy fakultációsok a III. osztályban már jól el tudják végezni. A II. osztályosok tanulják ugyan, hogy az erő—elmozdulás függvény alatti terület mérőszáma megegyezik a munkavégzéssel, még példát is csinálnak rá, ezen mérés során azonban ténylegesen kimérnek és felrajzolnak egy ilyen görbét. A mérés másik haszna, hogy megismerik a szabálytalan alakú síkidom területe meghatározásának egy numerikus módszerét.

A felületi feszültség előbbiekből elvégzett mérése során azonban több elméleti kérdés megoldatlan maradt:

1. A cérnaszál közepének egyre nagyobb megterhelésével és lehajlásával két egyre csökkenő sugarú, szimmetrikus körív jön létre. Határozzuk meg ezek középpontjának koordinátáit!

Legyen az oldathártya által behúzott terheletlen cérnaszál által alkotott R sugarú körív középpontja koordináta-rendszerünk origója (2. ábra) és a cérnaszál megterhelésével létrejövő két szimmetrikus körív közül állapítsuk meg a jobb oldali (az X -tengely pozitív oldalára eső) r sugarú körív középpontjának (a, b) koordinátáit.



2. ábra

A rajzból látható, hogy a szimmetria miatt $a = \frac{x_3}{2}$ ezért csak b megállapításával kell részletesen foglalkozni.

A kör $x^2 + y^2 + dx + ey + j = 0$ egyenletét írjuk fel az r sugarú körív (1, 2, 3) pontjára. A rajz szerint:

$$x_1 = \frac{D}{2} \quad y_1 = R - H$$

$$x_2 = 0 \quad y_2 = R - h$$

$$x_3 = 2a \quad y_3 = y_2$$

$$\left. \begin{aligned} x_1^2 + y_1^2 + dx_1 + ey_1 + f &= 0 \\ y_2^2 + ey_2 + f &= 0 \\ x_3^2 + y_2^2 + dx_3 + ey_2 + f &= 0 \end{aligned} \right\} -f = y_2^2 + ey_2$$

$$x_1^2 + y_1^2 + dx_1 + ey_1 = y_2^2 + ey_2 \quad (1)$$

$$x_3^2 + y_2^2 + dx_3 + ey_2 = y_2^2 + ey_2 \quad (2)$$

Mivel $a = -\frac{d}{2}$ és $b = -\frac{e}{2}$, (2)-ből

$$d = -x_3 = -2a = -\frac{mg}{2\sigma}$$

$$a = \frac{x_3}{2} = \frac{mg}{4\sigma}, \quad (3)$$

ahogyan azt a fentiekben már láttuk.

(1)-ből pedig

$$x_1^2 + y_1^2 + dx_1 - y_2^2 = e(y_2 - y_1)$$

$$e = \frac{x_1^2 + y_1^2 + dx_1 - y_2^2}{y_2 - y_1}$$

$$dx_1 = -2a \cdot \frac{D}{2} = -Da$$

és

$$y_2 - y_1 = R - h - (R - H) = R - h - R + H = H - h,$$

valamint a megfelelő koordináták behelyettesítése után

$$e = \frac{\frac{D^2}{4} + (R - H)^2 - Da - (R - h)^2}{H - h}$$

A 2. ábrából látható, hogy $(R - H)^2 = R^2 - \frac{D^2}{4}$,
ezért

$$e = \frac{\frac{D^2}{4} + R^2 - \frac{D^2}{4} - Da - R^2 + 2Rh - h^2}{H - h} = \frac{2Rh - h^2 - Da}{H - h}$$

mivel $2Rh - h^2 = h(2R - h) = c^2$

ahol c az R sugarú körív (4) pontján átmenő, Y -tengelyre merőleges félhúr hossza

$$e = \frac{c^2 - Da}{H - h}$$

$$b = -\frac{e}{2} = \frac{Da - c^2}{2(H - h)} \quad (4)$$

2. Mivel b kifejezésben szereplő c félhúr az R sugarú körre utaló adat, érdekesnek látszik megvizsgálni, hogy x_3 nem esik-e x_4 -be? Vajon kielégíti-e az r sugarú kör egyenletét az $x_4 = c$ és $y_4 = R - h$ pont?

$$(x_2 - a)^2 + (y_2 - b)^2 = (x_1 - a)^2 + (y_1 - b)^2$$

$$x_1 = \frac{D}{2} \quad y_1 = R - H$$

$$x_2 = 0 \quad y_2 = R - h = y_4$$

$$a^2 + y_2^2 - 2by_2 + b^2 = x_1^2 - 2ax_1 + a^2 + y_1^2 - 2by_1 + b^2$$

$$y_2^2 - 2by_2 = \frac{D^2}{4} - Da + y_1^2 - 2by_1$$

$$b = \frac{y_2^2 + Da - \frac{D^2}{4} - y_1^2}{2(H - h)}.$$

2. ábrából:

$$\frac{D^2}{4} + y_1^2 = \frac{D^2}{4} + (R - H)^2 = R^2$$

és

ezért

$$y_2^2 = y_4^2 = R^2 - c^2,$$

$$b = \frac{R^2 - c^2 + Da - R^2}{2(H - h)}$$

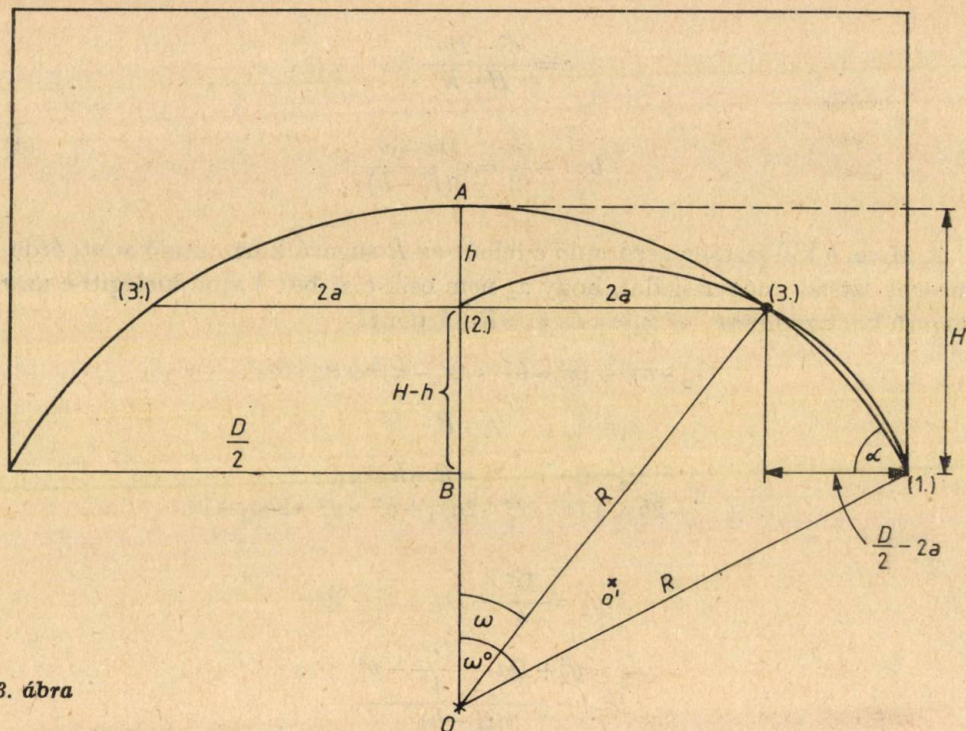
$$b = \frac{Da - c^2}{2(H - h)}$$

Mivel b -re most is ugyanazt a kifejezést kaptuk, mint (4)-ben, helyes volt a feltevésünk: $x_3 = x_4$, tehát $c = 2a$. Ezt (4)-be behelyettesítve:

$$b = \frac{a(D - 4a)}{2(H - h)} \quad (5)$$

3. Ezután vizsgáljuk meg, mekkora lesz b értéke abban az esetben, ha annyira terheljük a cérna közepét, hogy A -ból B -be süllyed. (3. ábra.) Ilyenkor b (5)-ben felírt kifejezésének nevezője zérussá válik, tehát határérték-számításhoz kell folyamodnunk.

$$b = \frac{a\left(\frac{D}{2} - 2a\right)}{H - h}.$$



3. ábra

A 3. ábrából látható, hogy

tehát
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H-h}{\frac{D}{2}-2a}, \quad b = \frac{a}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Amennyiben $h=H$ -vá válik, úgy az (1, 3) pontokon átfektetett egyenes átmegy az R sugarú kör (1) pontjához húzott érintőbe; ekkor

$$\alpha = \omega_0 \quad \text{és} \quad a = \frac{D}{4}$$

$$\operatorname{tg} \omega_0 = \frac{\frac{D}{2}}{R-H}$$

$$\lim_{h \rightarrow H} \frac{a}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{\frac{D}{4}}{\frac{D}{2}} (R-H) = \frac{R-H}{2}.$$

Tehát $a = \frac{D}{4}$ és $b = \frac{R-H}{2}$ (6)

amiből látható, hogy a cérna közepét A -ból B -be lehúзва olyan körív jön létre amelynek középpontja az R sugarú kör (1) pontjához húzott sugarának a felező pontjában lesz és $r=R/2$.

4. Az 1. ábrán látható az $mg=f(h)$ függvény jellege. Vizsgáljuk meg most pontosabban ennek a függvénynek menetét.

Mivel a cérna közepének h -val való lehúzásakor keletkező két, szimmetrikus, r sugarú körív (3), illetve (3') pontban metszi az R sugarú kör ívét (3. ábra):

$$R = \frac{D^2 + 4H^2}{8H} = \frac{16a^2 + 4h^2}{8h}$$

$$\frac{D^2 + 4H^2}{H} = \frac{16a^2 + 4h^2}{h}$$

$$16a^2 = \frac{D^2 + 4H^2}{H} \cdot h - 4h^2$$

mivel

$$mg = 4\sigma a \rightarrow a^2 = \frac{m^2 g^2}{16\sigma^2}$$

és

$$\frac{D^2 + 4H^2}{H} = 8R$$

$$\frac{16m^2 g^2}{16\sigma^2} = 8Rh - 4h^2$$

$$(mg)^2 = 8R\sigma^2 \cdot h - 4\sigma^2 h^2. \quad (7)$$

Az ellipszis csúcsegyenletének $y^2 = 2px - \frac{p}{a}x^2$ alakjára gondolva látható, hogy (7) is egy ellipszis csúcsegyenlete, ahol

$$mg = y \quad \text{és} \quad h = x$$

Jelentse a továbbiakban a és b az ellipszis tengelyeinek felét:

$$p = 4R\sigma^2 \quad \text{és} \quad \frac{p}{a} = 4\sigma^2$$

$$a = \frac{p}{4\sigma^2} = \frac{4R\sigma^2}{4\sigma^2}$$

$$a = R$$

$$b^2 = pa = 4R\sigma^2 \cdot R$$

$$b = 2R\sigma.$$

5 A felületi feszültséget a munkavégzés és a folyadékhártya felületnövekedésének hányadosaként definiáltuk, tehát nézzük meg, mekkora a ΔA felületnövekedés, ha a rárakott súlyok hatására a cérna közepe A -ból B -be süllyed. Ehhez azonban szükséges H/H' ismerete, tehát először ezt vizsgáljuk:

A 4. ábrából

$$R^2 = (R - H)^2 + \frac{D^2}{4} = R^2 - 2RH + H^2 + \frac{D^2}{4}$$

$$H^2 - 2RH + \frac{D^2}{4} = 0$$

$$H = \frac{2R \pm \sqrt{4R^2 - D^2}}{2} = R \pm \sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4}}.$$

Esetünkben $H < R$, tehát

$$H = R - \sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4}}$$

Másrészt

$$r^2 = (r - H')^2 + \frac{D^2}{16} = r^2 - 2rH' + H'^2 + \frac{D^2}{16}$$

$$H'^2 - 2rH' + \frac{D^2}{16} = 0$$

$$H' = \frac{2r \pm \sqrt{4r^2 - \frac{D^2}{4}}}{2} = r \pm \sqrt{r^2 - \frac{D^2}{16}}$$

$H' < r$ miatt

$$H' = r - \sqrt{r^2 - \frac{D^2}{16}}$$

$r = \frac{R}{2}$ helyettesítéssel

$$H' = \frac{R}{2} - \sqrt{\frac{R^2}{4} - \frac{D^2}{16}} = \frac{R - \sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4}}}{2}$$

tehát

$$H' = \frac{H}{2}$$

Legyen a $\widehat{CE}$ húrral határolt körív területe T_1 , a $\widehat{CB}$ és $\widehat{BE}$ húrokkal határolt köríveké pedig T_2 . Ekkor a hártya felületnövekedése a cérna közepének A -ból B -be való lehúzásakor (4. ábra):

$$\Delta A = 2(T_1 - 2T_2)$$

$$\text{Ha } \widehat{AB} = i \text{ és } \widehat{CB} = \widehat{BE} = i' = \frac{i}{2}$$

$$T_1 = \frac{iR}{2} - \frac{(R-H)D}{2} = \frac{R(i-D) + DH}{2}$$

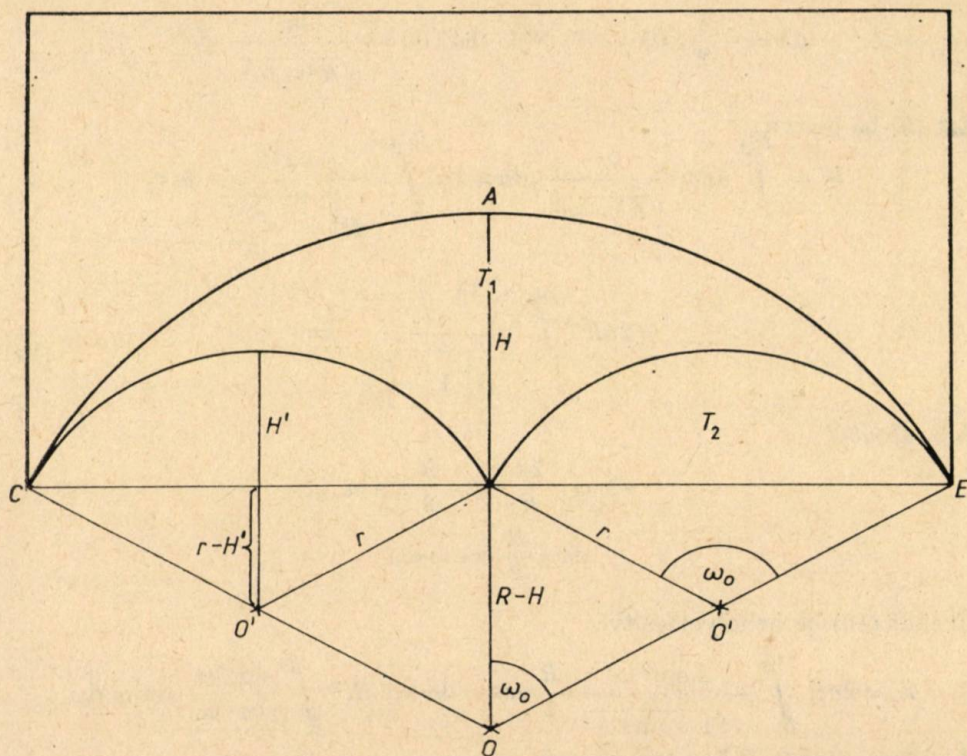
$$T_2 = \frac{r\left(i' - \frac{D}{2}\right) + \frac{D}{2}H'}{2} = \frac{\frac{R}{2}\left(\frac{i}{2} - \frac{D}{2}\right) + \frac{D}{2} \cdot \frac{H}{2}}{2} =$$

$$= \frac{\frac{1}{4}(i-D) + \frac{1}{4}DH}{2} = \frac{T_1}{4}$$

$$\Delta A = 2(T_1 - 2T_2) = 2\left(T_1 - \frac{T_1}{2}\right) = T_1$$

tehát

$$\Delta A = R^2 \omega_0 - \frac{(R-H)D}{2} \quad (8)$$



4. ábra

Mivel D és H vonalzóval könnyen lemérhető,

$$R = \frac{D^2 + 4H^2}{8H} \text{ és } \sin \omega_0 = \frac{D}{2R} \text{ -ből}$$

a ΔA kiszámításához szükséges R és ω_0 könnyen megkapható.

6. Ezután már csak azt kell megvizsgálni, hogyan írható fel a fokozatosan növekvő mg erő munkája a cérna közepének A -ból B -be való lehúzása közben:

$$\omega = \int_0^H mg \, dh = \int_0^H 4\sigma a \, dh, \text{ mert } mg = 4\sigma a$$

A 3. ábrából

$$R^2 - 4a^2 = (R - h)^2 = R^2 - 2Rh + h^2$$

$$h^2 - 2Rh + 4a^2$$

$$h_{12} = \frac{2R \pm \sqrt{4R^2 - 16a^2}}{2} = R \pm \sqrt{R^2 - 4a^2}$$

Mivel esetünkben $h < R$

$$h = R - \sqrt{R^2 - 4a^2}$$

$$dh = -\frac{1}{2} (R^2 - 4a^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (-8a) da = \frac{4a}{\sqrt{R^2 - 4a^2}} \cdot da$$

Ezt (9)-be beírva:

$$\begin{aligned} W &= \int_0^{D/4} 4\sigma a \frac{4a}{\sqrt{R^2 - 4a^2}} da = 2\sigma \int_0^{D/4} \frac{8a^2}{R \sqrt{1 - \frac{4a^2}{R^2}}} da = \\ &= 2\sigma R^2 \int_0^{D/4} \frac{2 \frac{4a^2}{R^2}}{R \sqrt{1 - \frac{4a^2}{R^2}}} da \end{aligned} \quad (10)$$

A 3. ábrából

$$\begin{aligned} \sin \omega &= \frac{2a}{R} \rightarrow a = \frac{R}{2} \sin \omega \\ da &= \frac{R}{2} \cos \omega d\omega \end{aligned}$$

Ezeket (10)-be behelyettesítve:

$$W = 2\sigma R \int_0^{\omega_0} \frac{2 \sin^2 \omega}{\sqrt{1 - \sin^2 \omega}} \cdot \frac{R}{2} \cos \omega d\omega = 2\sigma R^2 \int_0^{\omega_0} \frac{\sin^2 \omega}{\cos \omega} \cdot \cos \omega d\omega$$

A cérna közepét B -ben terhelő erő:

$$\begin{aligned} m'g &= \sigma D \rightarrow \sigma = \frac{m'g}{D} \\ W &= \frac{2m'gR^2}{D} \int_0^{\omega_0} \sin^2 \omega d\omega \end{aligned} \quad (11)'$$

$$\begin{aligned} \sin^2 \omega &= \frac{1 - \cos 2\omega}{2} \\ \int_0^{\omega_0} \sin^2 \omega d\omega &= \int_0^{\omega_0} \frac{1 - \cos 2\omega}{2} d\omega = \int_0^{\omega_0} \frac{1}{2} d\omega - \int_0^{\omega_0} \frac{\cos 2\omega}{2} d\omega = \\ &= \left[\frac{\omega}{2} - \frac{\sin 2\omega}{4} \right]_0^{\omega_0} = \frac{\omega_0}{2} - \frac{\sin 2\omega_0}{4} \end{aligned}$$

Ezt a kifejezést (11)-be beírva:

$$\omega = \frac{2m'gR^2}{D} \left(\frac{\omega_0}{2} - \frac{\sin 2\omega_0}{4} \right)$$

Mivel $\sigma = \frac{\omega}{\Delta A}$

$$\sigma = \frac{2m'gR^2}{D \cdot \Delta A} \left(\frac{\omega_0}{2} - \frac{\sin 2\omega_0}{4} \right)$$

G. A.: Kísérlet a felületi feszültség tanításához. (A Fizika Tanítása, 1985. 3. szám)

MIKLÓS ERIKA

Református Gimnázium, Debrecen

Célunk a tehetséggondozás

A hirdetőtáblán a Hatvani István Fizikaverseny feladatai, előtte a feladatokat másoló diákok. A kép megszokott Hajdú-Bihar megye közép- és általános iskoláiban. Hogyan, milyen körülmények között indult az a verseny, amely évente több száz gyereket mozgat meg a megyében? A választ dr. Nagy Mihálytól, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat megyei titkárától, a verseny elindítójától várom.

— A verseny gondolatát a társulat megyei vezetőségi ülésén vetettem fel. Az utóbbi időben csökkent a természettudomány iránti érdeklődés, ezt a pályát kevesebben választják, mint korábban. A tankönyvek elméleti jellegűek, kevés érdekes feladatot tartalmaznak. A gyerekek nem szokták meg az önálló gondolkodást, ezt a munkahelyemen, a Református Gimnáziumban is tapasztaltam. A szellemi fogyatékosokkal államilag intézményesen foglalkoznak, az átlag feletti képességűekre jóval kevesebb idő jut. Ezen indokok alapján úgy gondoltam, fel kell kutatnunk a tehetségeket, el kell érniük, hogy tanítványaink ne csak tanulják, hanem szeressék és értsék is a fizikát.

A társulat megyei vezetősége örömmel fogadta a javaslatot és megbízott a szervezési teendők ellátásával. Egy év múlva, az 1981–82-es tanévben, megindult a verseny.

— Milyen korú gyerekek foglalkozhatnak feladatmegoldásokkal?

— Az általános iskola 8. és a középiskola I–II. osztályába járókkal tartjuk a kapcsolatot. Az általános és a középiskola közötti átmenet zökkenőkel megy, ezt is simábbá szeretnénk tenni. A két iskolatípusba járók külön elbírálásban részesülnek.

— Hogyan zajlik a verseny egy éve?

— Tanévenként négy alkalommal, nyolc feladatból álló feladatsort juttatunk el az iskolába. A hagyományos, számítási jellegű problémák mellett fizikátörténettel, természeti jelenségek fizikai magyarázatával, kísérletezéssel is kell a diákoknak foglalkozniuk. A fizikátörténeti kérdéssel elsősorban az a célunk, hogy rávegyük a versenyzőket a könyvtári bújárára. Az iskoláknak rendszeresen elküldjük a feladatmegoldásokat és a tanulók által elért pontszámokat, így mindenki ellenőrizni tudja önmagát. Évente kétszer találkozási lehetőséget biztosítunk a legeredményesebben versenyző diákok számára úgy, hogy kísérleti bemutatót rendezünk. Itt érdekes, az iskolákban ritkán látható kísérleteket mutatunk be, ezzel is fokozni szeretnénk a fizika iránti érdeklődést.

A négy írásbeli forduló után behívjuk a döntőre a legtöbb pontot elért gyerekeket. Dolgozatot írnak, majd egy fizikai mérést is el kell végezniük. A végleges sorrendet ezek alapján alakítjuk ki. A győztesek bekerülnek a diákolimpiai keretbe.

— A négy írásbeli forduló adatait tehát otthon oldják meg a gyerekek. Így másolásra, hozzáértők megkérdezésére is adódik lehetőség. Nem okoz ez problémát?

— Az önálló munka úgy nem ellenőrizhető, mint az iskolában, ez igaz. Erre azonban nem is törekszünk, ha másokat megkérdeznek, azzal is tanulnak, akkor is fizikával foglalkoznak és ez a lényeg. Az egymásról másolt megoldások könnyen kiszűrhetők, ezek nem kapnak teljes pontszámot. A döntőn — mint már említettem — dolgozatot írnak a gyerekek, ezzel bizonyítják tudásukat.

— Említene néhány jellegzetes feladatot?

— Szívesen. Például: „Mi a délibáb? Készíts rajzot és magyarázd meg, milyen feltételek mellett jön létre ez a természeti tűnemény! Ha láttál már délibábot, írd le, milyen volt!”

Egy jellegzetes fizikátörténeti feladat: „1750-ben fedezi fel a később róla elnevezett kereket. Mi ennek a felfedezésnek a gyakorlati jelentősége? Ki volt ő? Milyen kapcsolatba hozható neve a Hold térképével?”

Egy kísérleti feladat: „Az olajos felületet víztaszítónak mondják. Csöp-pents olajos vászondarabra óvatosan egy csöpp vizet. A vászondarabot fordítsd meg. Rajta marad-e a vízcsepp? Figyeld meg és rajzold le, milyen a vízcsepp alakja! Egy, a Föld körül keringő űrhajóban, a súlytalanság állapotában gömb alakú lenne az olajos vászondarabon levő vízcsepp? Mindhárom kérdésre adott válaszodat indokold meg!”

Végül egy hagyományos probléma: „A padlótól milyen magasra akasszuk fel a 90 cm hosszú, függőleges síktükröt, hogy abban egy 168 cm magas ember teljesen láthassa magát?”

— Hányan vesznek részt a versenyben?

— Az első évben 352 diák nevezett be, a négy fordulóban összesen több mint 5000 megoldás érkezett. A versenyzők száma azóta is nő, az elmúlt évben 506 benevezett tanuló 9090 dolgozatot küldött be. A lelkesedés a versenybizottságnak is új lendületet adott. A javítást az eredetileg 3 fős versenybizottság nem tudta ellátni, így újabb 3 ember került a javítók közé. A bizottság tagjai általános, középiskolában, illetve egyetemen tanítanak.

— Honnan fedezik a verseny anyagi szükségleteit?

— A javítás eleinte társadalmi munkának indult, de a versenyzők száma annyira megemelkedett, hogy ilyen méretű társadalmi munkát már nem várhatunk el. A javítók jelképes tiszteletdíjban részesülnek. Ezenkívül nyomdai és postaköltségünk van, a legeredményesebb tanulókat természetesen jutalmazuk. A versenyt anyagilag több intézmény támogatja, például az Eötvös Társulat, az Atommagkutató, a Városi Tanács Művelődési Osztálya stb.

— Hatvani István halálának 200. évfordulójáról a közelmúltban emlékeztünk meg. Milyen meggondolásból kapta a verseny a nagy polihisztor nevét?

— Hatvani István rendkívül sokoldalú ember volt. Mi is sokoldalúságra, alkotó gondolkodásra szeretnénk nevelni a gyerekeket, innen az elnevezés. Ne felejtjük el, nem az tudja a tárgyat igazán, aki csupán érti, hanem aki szereti is.

— Hasonló sikereket kívánok a továbbiakban is!

A japán oktatás amerikai szemmel

Memorizálás vagy gondolkodás címmel, cikk jelent meg a Newsweek c. amerikai hetilap 1987. jan. 12-i számában.

A cikk abból az alkalomból íródott, hogy Ronald Reagan és Yasuhiro Nakasone miniszterelnök három évvel ezelőtti megállapodása értelmében — mely szerint átfogó, elemző tanulmányt készítenek egymás iskolarendszeréről — megjelent az amerikaiak által a Japánban tapasztaltakat tartalmazó tanulmány.

A megállapodás megkötéséhez és a tanulmány elkészítéséhez elsősorban az adta a lökést, hogy a japán diákok minden nemzetközi matematikai és természettudományos témájú versenyen évek óta lekörözték az amerikai diákokat. Hozzájárult az is, hogy több vizsgálat tanúsága szerint, a japánok IQ-ja a világ legjobbjai közé tartozik, továbbá, hogy az írástudatlanság lényegében megszűnt, és a diákok 90%-a tesz érettségi vizsgát.

Mi a titkuk, hogyan érik el ezeket az eredményeket a japánok? — ez izgatta az amerikaiakat.

Az amerikaiak által készített jelentés leszögezi, hogy ebben feltétlenül szerepe van annak, hogy az oktatás első kilenc, kötelező évében országosan egységes tantervek alapján tanítanak, és országosan azonos követelmények teljesítéséhez kötött a továbbtanulás.

Az ilyen gyakorlat nem meglepő a mi számunkra, annál inkább az amerikaiak számára. Amerikában ugyanis lényegében minden iskolakörzet, amelyből akár egy városban is lehet több, saját maga határozza meg a tananyagot, választja meg a használt tankönyveket, államunként változik a tankötelezettség korhatára, az érettségi megszerzésének feltétele stb.

Beszámolt a Japánról készített tanulmány arról is, hogy széleskörűen elterjedt az iskolára való előkészítés. A 3—4 évesek 90%-a jár óvodába, ahol a nyelvhasználat helyességére, közösségi magatartásra, jól nevelt viselkedésre és az iskolának, mint oktatási intézménynek a tiszteletére tanítják a kicsiket.

Az iskolának ugyanis nagy jelentősége van diákok életében. Az alapfokú iskola elvégzése és a sikeres felvételi vizsga után ti., ha valaki bejut egy rangos, jó nevű középiskolába, lehetővé válik számára, hogy majd később megfeleljen a legjobb egyetemeken is. Ezzel pedig olyan pályára kerül a diák, amely azután nyílegyenesen vezet egy jó álláshoz, azaz a felnőttéletbeli anyagi és erkölcsi sikerekhez.

A szülőknek is fontos szerepük van a japán oktatás sikerességében. Különösen az anyákat vonják be erőteljesen a tanulók otthoni munkájának az ellenőrzésébe. Rájuk hárul a jó tanulási szokások kialakítása és megőrzése, és az iskolában tanított értékrend megerősítése is. Rendszeres a szülői ház és az iskola közötti kapcsolat, szülő és tanár gyakran vált üzenetet egymással az ellenőrző könyv útján.

Sok japán gyerek jár a szülők által fizetett különórakon folyó korrepetálásra, az ún. jukura. Ezekon lényegesen kevesebb gyerek van együtt, mint a rendes iskolai osztályokban, ahol 40-nél is többen vannak sokszor. A jukun az oktatás személyre szóló.

Japánban a tanári munkának igen nagy a tekintélye. A tanár köztiszteltben álló személy, a tanítás a társadalom által elismert és megbecsült te-

vékenység. A tanári fizetés igen magas, még a magánszektorban elérhetőkhöz viszonyítva is. Ezek után nem meglepő, hogy sok kiváló embert vonz ez a pálya. Minden meghirdetett állásra 5 jelentkező is akad, vagyis nincs tanárhiány. Ennek következtében nem tanítanak az iskolában szakképesítés nélküliek, mint az Egyesült Államokban — és más országokban...

A tanulmány amerikai készítői általában marasztalták el a japán oktatási rendszert ridegségért, túlzott egyöntetűségéért, a választás lehetőségének hiányáért.

Amerikában ugyanis rendkívül nagy a fakultatívan választható tárgyak skálája. Megjegyzendő azonban, hogy az utóbbi két évtizedben nagyon elburjánzottak a nem tudományos ismereteket adók is, olyanok, mint pl. a csekkfüzetek kitöltésének rejtelmébe bevezető vagy a háztartási ismereteket adó főzőtanfolyam. Sőt fakultatív órákon lehet táncokat tanulni, sportolni, fotózni stb. És mivel az ezekért kapott osztályzatok egyenértékűek a matematikából, fizikából vagy az idegen nyelvből kapott osztályzatokkal, sokan élnek ezzel, az iskola elvégzését könnyítő lehetőséggel. (Ezért történhet meg pl. az, hogy valaki elvégezheti a középiskolát anélkül, hogy fizikát tanult volna.) Az eredmény persze az, hogy az amerikai gyerekek lemaradnak a Japánban és más országokban élő kortársaikkal vívott tanulmányi versenyeken.

A japánok azonban nincsenek elragadtatva saját oktatási rendszerüktől. Sokat bírálják azt, vizsgaorientáltsága miatt. Azért, mert ezeken a vizsgákon nem a tanult ismeretek önálló alkalmazását, a logikus gondolkodás képességét, a kreativitást kérik számon, és ezzel magolásra biztatják a diákokat.

Ezek miatt élénk oktatási reformmozgalom van kialakulóban Japánban. A reform számos képviselője akarja az amerikai oktatási rendszert alaposan megismerni, hogy eltanulhassa mindazt, amit érdemes. Pl. a számítógépek használatának és a számítógépekkel kapcsolatos technikai ismereteknek az oktatását, hiszen Amerikában csaknem minden középiskolás diákra jut egy komputer.

Az irigyelt és vitatott japán oktatási rendszer illusztrálására álljon itt Kensuke Suzuki, egy 13 éves japán kisfiú napirendje és néhány részlet a vele készített riportból.

Reggelenként 6.30-kor kel, 7.15-kor reggeli tornázik. 9-től du. 3-ig intenzív tanulás az iskolában. Azután további 4 óra atlétika, vacsora este 8-kor. Hetente háromszor 80 perces különórákon vesz részt, azon a bizonyos jukun. Ezután jön a házi feladat, a tv, majd éjfélkor kimerülten zuhan az ágyba.

Kensuke mindentől nincs letörve, nem nyomasztja ez a szigorú életmód. Napjait vidáman, bizakodó hangulatban kezdi. Tudja, hogy a fárasztó iskolai munka és a vacsora utáni különóra, a juku, a siker részét képezik. „Néha fáradt vagyok és nincs kedvem jukura vagy különtornára menni” — ismeri el. „De ha nem megyek, lemaradok.” Bár Kensuke legtöbb, más országban élő kortársa szörnyűnek találná ezt a napirendet, a japán 13–15 évesek körében azonban ez mégis teljesen tipikus.

Mint már említettük, a vizsgákon inkább a diákok tényleges tudását mérik, mint adottságokat, rátermettségüket. Gyenge vizsgaeredményekkel csak másodrendű főiskolákra és kisebb ígéretekkel kecsegtető munkahelyekre lehet számítani. Ez azt eredményezi, hogy a japán gyerekek mániákusan akarják memorizálni a tényeket, számokat, képleteket, amelyeket azután a vizsgán papagáj módjára mondhatnak vissza.

Hogy ezt elérjék, a városi gyerekeknek több mint fele jár jukura. Kensuke 11 évesen kezdett járni. „Nem voltak túl jók a jegyeim” — közli bizalmasan. Édesanyja úgy gondolta, jól jöhet az extra segítség. „Az hogy melyik középiskolába veszik fel, kizárólag a jegyei átlagán múlik. Szóval ha nem kapja meg a külön oktatást, egész jövője van veszélyben” — mondta az édesanyja.

Ezeket a különórákat, amelyek havonta kb. 100 \$-ba kerülnek, alkalmanként a japán nyelv, az angol nyelv vagy a matematika valamelyikével foglalkoznak. A tanórák csemetéstől csemetésig tartó egyenletes, kimért ütemével szemben, itt van idő a részletes magyarázatra, az egyéni foglalkozásra. „Itt sokkal érdekesebb a tanulás, itt jobban megértem az anyagot” — mondja Kensuke.

Mindezek mellett Kensuke vidám, sőt boldog, normális gyerek. Szereti a sportot, bár a sportbeli vitézkedése semmi előnyt nem jelent majd számára a felvételi vizsgán. Nagy rajongója a Duran-Durannak és titkos levelezésben van egyik osztálytársnőjével.

Az amerikai oktatási miniszternek is vannak fenntartásai a japán oktatási rendszerrel kapcsolatban, de mégis azt mondta: „Mindenfélét mondanak a magolásról, a memorizálásról, a tények tárgyyszerű ismeretéről és egyes konkrét kérdésekre adott helyes, mellébeszélés nélküli válaszlól... Mégis, nagyon tanácsos volna, hogy amit csak lehet, azt tanuljuk meg a japán oktatásból. Már csak annak a társadalmi és a gazdasági életben megnyilvánuló sikerei miatt is.”

És nekünk? Nekünk nem volna tanulnivalónk más országok oktatási sikereiből és kudarcaiból?

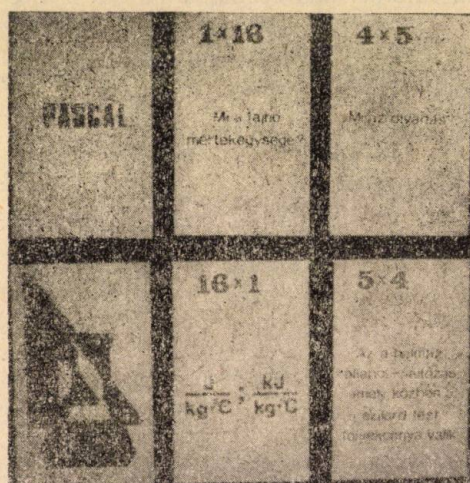
AROS JÓZSEFNÉ tanár
Anarcs, általános iskola

Fizikai kártyajáték

Szeretnék néhány gondolatot közreadni a játék megszületésével kapcsolatban. 15 éve tanítok matematikát és fizikát. Mindkét tantárgy esetén a gyerekek részéről bizonyos mértékű *vonzalomhiányt* érzek. Évfolyamtól függetlenül, minden osztályban vannak olyan tanulók, akik érdeklődésük, személyiségük révén könnyen bevonhatók a tanulás folyamatába. Ezek a gyerekek az ismeretek elsajátítására törekcszenek — készek a befogadásra. Találunk olyan gyermekeket is, akiknek a megszólaltatása komoly erőfeszítésébe kerül a pedagógusnak.

Tudtam, hogy valamivel fel kell ráznom, szóra kell bírnom az utóbbiakat is. Ez a tény juttatta eszembe régi, gyermekkori játékunkat, a kártyát. Miközben játszom, használom a kezem, a fejem. Miért ne lehetne órán is játszani? Elkészítettem 6. osztályos tanulóknak egy kártyacsomagot, amely *alapgörmöket* tartalmaz, *kérdés-felelet* (kártyapár) formájában.

Az ismeretanyag kiválasztása után ezt a csomagot PASCAL-nak neveztem el (utalva egy eddig számukra ismeretlen fizikusra). Úgy terveztem, hogy a csomagból minden gyereknek jut, tehát kénytelen bekapcsolódni a játékba. Amikor rá kerül a sor, beszélni fog. A kipróbálás meglepő eredményt hozott. *Játékosan, félelem nélkül*, mindenki szerepelt. A kezdeti siker arra serkentett, hogy feldolgozzam a 7—8. osztály alapfogalmait is. Célom az volt, hogy a kártya segítségével — minden tanulót mozgósítva — néhány perc alatt átismételhessük egy egész év tantervi alapfogalmait.



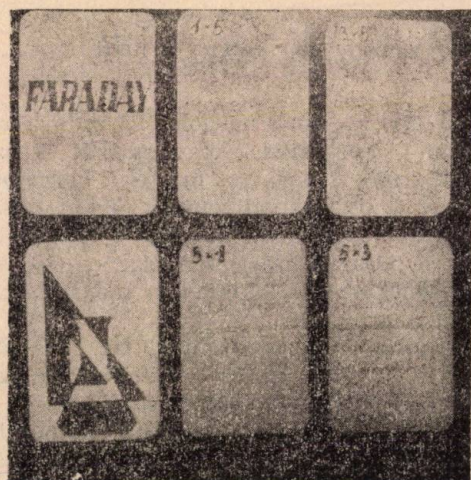
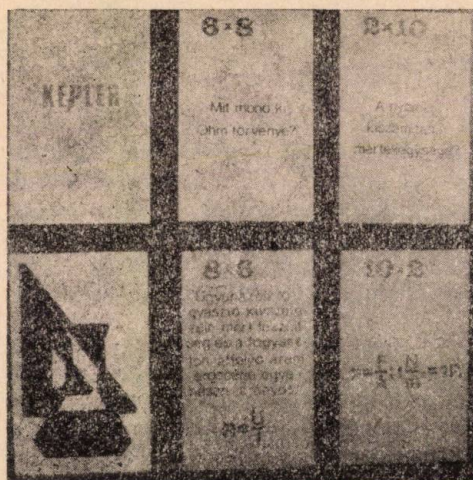
A kártyajáték felépítése

Mindhárom csomagban a kérdés kékkel, a válasz pirossal van írva. A kérdés és a válasz szükség esetén, a jelzés alapján azonosítható. Az ismeretanyag feldolgozása, neve:

- 6. osztály 40 lap, PASCAL
- 7. osztály 40 lap, KEPLER
- 8. osztály 60 lap, FARADAY

Tapasztalataim

Bizonyos gyakorlás, néhány alkalmazás után, a játék gyors, folyamatos. A teljes csomag tartalmának „lejátszása” 4—5 percet vesz igénybe. (Azért használom ezt a szót, mert varázsa van.) Ezzel a módszerrel min-



den gyermek részt vesz a munkában, míg a hagyományos kérdezés esetén a felelet megadása csak bizonyos gyermekekre korlátozódik. A bátorításhoz nagy mértékben segíti, önálló próbálkozásra készíteti, a *hiányosságok pótlására* ösztönzi. A minimális időigény lehetővé teszi a folyamatos ismétlést, a korábban tanultak állandó felszínén tartását. A sokszor hallott fogalmak rögződnek, s *biztonságérzetet* jelentenek a feladatmegoldásban is.

A 7—8. osztályban viszonylag kevés idő áll rendelkezésünkre az ismétlésre. Ezzel a módszerrel gyakran szerezhetünk *visszajelzést* az ismeretek tartósságáról. Úgy érzem, hogy e játék megalkotásával elértem célom, minden gyereket bekapcsolok a tanulás folyamatába. Nem akarom eltúlozni a szerepét, de bizonyos egészséges *versenyszellem* is kialakul a használata során, amikor minden tanuló lehetőséget kap arra, hogy az egész csomag tartalmára válaszolhasson (tanítási órán, év végi ismétléskor, tanulószobai foglalkozásokon).

Név szerint írjuk, hogy kinek hány százalékos a válaszája. A gyengébb képességű tanulók is nagy igyekezettel tanulják a helyes válaszokat, készülnek a „szereplésre”.

Előnyei

Gyors módszer az ismétléshez, nem igényel különösebb előkészületet az alkalmazása. A legfontosabb ismeretek mélyülnek, segít a súlypontozásban. A tanítási órát *vonzóbbá, érdekesebbé* teszi.

A szakköri foglalkozásokat gazdagítja. Nyitottabb keretek között, 4—8 fős csoportokban, a játékszabály alapján játszható. Alkalmas egyéni verseny indítására. A még nem tanult fogalmak a játék során bizonyos *előismereteket* adnak (segít az érdeklődés felkeltésében).

Tanulószobán, egyéni foglalkozás keretében alkalmazható a hiányosságok pótlására. A jelzések alapján a kérdés és válasz azonosítható, megtanulható. Szerepe lehet a *szabadidő* hasznos eltöltésében.

Otthoni felhasználása lehetőséget ad a szülők, testvérek, barátok bevonására. A szülő kérdez, a gyermek válaszol (könnyen ellenőrizhető). 2—3 gyermek esetén verseny: ki tud több kérdésre válaszolni? Megfelelő létszámú csoport (4—8 fő) esetén szórakoztató, hasznos játék.

Használati tanácsok

A fokozatosság elvének betartásával, a következő felhasználási lehetőségeket ajánlom:

a) Kezdetben a kérdések a gyengébb képességű tanulókhoz kerüljenek (kék). Ilyenkor a választ a jobb képességű tanulók adják meg (piros). A kék kártyáról az ülés sorrendjében felolvassák a kérdést. A válasz a terem valamelyik részében elhangzik. Ha nem, akkor néhány másodperc múlva a kérdező isméteti a jelzést (pl. 2×5 , a válasz 5×2). Szándékosan választottam egyszerű szorzatokat, mert nem a matematikán van a hangsúly. A kérdések szorzataiban az első tényező mindig kisebb, mint a második, még a válaszokon felcserélve.

b) A könnyebb kérdések válaszait a gyengébb tanulók kapják, így ők is fokozatosan bevonhatók a válaszájába.

c) Néhány alkalmazás után az összekevert lapokat válogatás nélkül osztom ki.

A tanítási órán való alkalmazás során a felírt lap (PASCAL, KEPLER, FARADAY) nem kerül kiosztásra.

Szabályok a játékhoz

A kártyák összekeverése után minden játékosnak 4—4 lapot osztunk. A többi háttal felfelé, az asztalra helyezzük. Az osztótól jobbra ülő játékos kezd. Ha kártyái között azonos jelzésűek vannak, írással felfelé maga elé helyezi az asztalra (elmondva a kérdést és a választ), és „mehet”-et mond. Ha nincs letehető kártyapárja, akkor húz egyet az asztalon fekvő csomó tetejéről. Amennyiben most sem tud tenni, „mehet”-et mond és a következő játékoson a sor.

Amikor az asztalról elfogyott a kártyacsomó, a tőle jobbra ülőnek kártyáiból kérdést tesz fel (kék). Ha nincs nála kérdés, húzat egy lapot a tőle jobbra ülő játékoskal. Aki a kérdést kapta, és tudja a helyes választ (bárkinél is van az), kiteszi maga elé a kártyapárt. Amennyiben nem tud válaszolni, húz egy lapot a kérdezőtől.

A játékosok az előttük levő lapok száma szerint egy-egy pontot kapnak. Aki elsőnek rakja le kártyáit, plusz 5 pontot kap. Akinél PASCAL, KEPLER FARADAY marad, az a vesztes. Tőle a szerzett pontokból levonunk kettőt, s a következő játszmaiban ő az osztó.

Összegezve: A gyermekek játékosságára, életkori sajátosságaira építve, vonzó forma a tanulás folyamatában. Felkelti az érdeklődést, s változatos módszerek alkalmazása mellett, színesebbé, gazdagabbá teszi a fizikaórákat. Időigényessége minimális, ezért egy tanév során bármelyik osztályban gyakran nyílik lehetőség az alkalmazására. Rendszeres használata visszajelzés lehet számunkra az ismeretek tartósságának ellenőrzésekor.

Kísérleti kipróbálás

Az első kártyacsomag 1984 őszén készült. Továbbfejlesztése, teljessé tétele, próbálása iskolánkban a következő év tavaszán történt. Beneveztem vele a IX. országos fizikatanári ankéttra, ahol az Országos Oktatástechnikai Központ különdíját kaptam.

Játékomat később a Szabolcs-Szatmár megyei tanács művelődési osztálya elfogadta újításnak. A hasznosítási szerződés 3. pontjában megjelölte az újítás használatba vételének időpontját: 1986. szeptember 1.

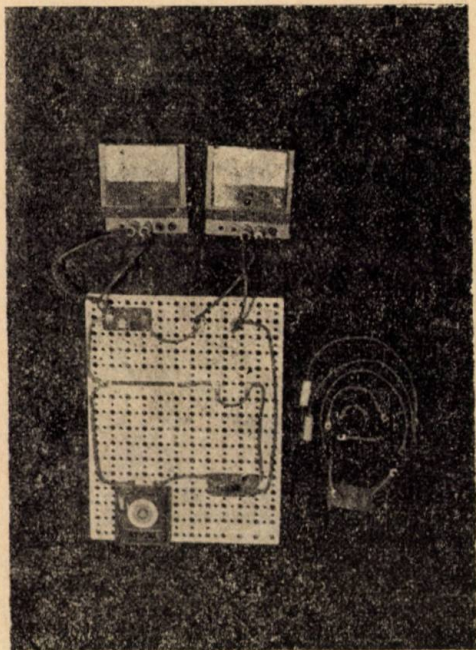
A Kisvárdai város és vonzáskörzetébe tartozó iskolák nevelői közül többen vállalták (Tuzsér, Kisvárdai I. sz. iskola, Kékcse, Nyírtass, Nyírkarász, Záhony, Anarcs), hogy 1986 szeptemberétől kipróbálják ezt a kártyajátékot, s részt vesznek abban a felmérésben, amelyet év végén tervezünk szaktanácsadónk vezetésével. Az említett iskolák bekapcsolódása a kísérletbe, lehetővé teszi, hogy a kartársak véleményét, tapasztalatait összevegyük az első, helyi próba eredményeivel. Bízom abban, hogy rendszeres alkalmazása során újabb ötletek, lehetőségek is megfogalmazódnak a használattal kapcsolatban. Az alapfogalmak biztos tudásán kívül kíváncsiak vagyunk még a játék hatására az ismeretek alkalmazásában, a feladatmegoldásban.

Ötletsarok

AZ ELEKTROMOSSÁGTANI TANULÓKÍSÉRLETI KÉSZLET MÓDOSÍTÁSA

Áramkörök létesítésekor alapvető követelmény az áttekinthetőség, a jó érintkezés és a kis ellenállás. E készlet ezeknek a követelményeknek nem felel meg. Probléma az is, hogy használat közben a kis banándugók könnyen letörnek, a vezeték hamar elszakad, bizonytalan az érintkezés a banándugók merevsége miatt. A hibák kiküszöbölésére két megoldást javaslok:

1. Áttekinthető lesz az áramkör, ha a vezetékek hosszát a fogyasztók távolságához méretezzük. A 2 mm²-es, sodrott szigetelt vezeték, enyhe merevsége miatt könnyen alakítható, ezáltal az alaphoz simítva, az áramkör szépen kirajzolódik. Jó érintkezést érhetünk el, ha a vezetékek végeire 4-es kábelsarukat forrasztunk. A jelenlegi banánhüvelyek rövidiek. Ezeket célszerű 4×15-ös rézsavarokkal és anyacsavarokkal az alaphoz erősíteni. A jelenlegi anyacsavar alkalmas a kábelsaruk összeszorításához. Ha a sarukból 4 mm-t kicsípünk, akkor a saruk két anyacsavar közé történő behelyezésekor elegendő a szorítóanyát meg-lazítani.



2. A vezetékekre ugyanaz vonatkozik, mint az előző megoldásnál, csak a végekre kettős kötésű (normál méretű) banándugókat szerelünk. A fogyasztókon a jelenlegi banánhüvelyeket normál banánhüvelyekkel helyettesítjük. Van részükre elegendő hely. Az szükséges még, hogy a fogyasztók alaplaján levő műanyag rögzítőcsapokat meghosszabbítsuk.

SZENDEI SÁNDOR,
Budapest VII., Hernád u. 2.
általános iskola

TORNATERMI STOPPER

(Digitális óra)

A BASIC-nyelvű program 5×3-as méretű számjegyeket definiál, melyekhez hasonlóan latin vagy cirill betűket is előállíthatunk. A nagyobb betűk, számok jól láthatók a tornaterem távolabbi pontjairól, de az osztályterem hátulsó padjaiból is, ahol fizika kísérletek időbeli lefutását mérhetjük tizedmásodperces pontossággal. A program tehát az időmérésen túl az utóbbi lehetőséget is nyújtja. A nagyméretű karakterek, szövegek, üzenetek kiírására is alkalmasak az iskola folyosóján, nagyobb helyiségeiben. A méretet növelhetjük 7×5-ösre is.

A programban szereplő számjegyeket soronként állítjuk elő felülről lefelé. Egy-egy sort az A\$ elemei alkotják reverz szóközökből. Az A\$1/ 3 db inverz SPACE-ből, az A\$(2) 2 db inv. SPACE-ből, közepén 1 db sima Space stb. Ezek az építőelemek a program soraiból kioldashatók. Egy sor felírása után a kurzert le, majd hátréval vissza kell mozgatni. Ezt a mozgást a K\$ végzi. Erre azért van szükség, hogy minden sort az előző alatt helyezze le, amíg ki nem alakult a nagyított karakter. A K\$-t minden sor végéhez, az A\$ elemeihez illesztettük. A számjegyek az A\$ elemeiként a program 240–330-as soraiban keletkeznek. Minden kiírt karakter után a kurzert 5 sorral meg kell emelni. A V\$ a kurzert 4 hellyel előre. A KFS 5 sorral fölfelé viszi. A számjegv-karakterek a B\$ elemeiben találhatók


```

10 REM *"TORNATERMI STOPPER"*
20 REM *" /OSA /OZSEF"*
30 PRINTCHR$(14):KEY1,"I":VOL8
40 GOSUB 180
50 GOSUB 460:S=20:OS=2:SCNCLR
60 IFMP/10=INT(MP/10)THENSOUND1,990,20
70 IFMP/60=INT(MP/60)THENSOUND2,800,20
80 IFA$="I"THEN 50
90 TT=TI:TT$=TI$:O$=LEFT$(TT$,2):P$=MID$(TT$,3,2):MP$=RIGHT$(TT$,2)
100 O=VAL(O$):P=VAL(P$):MP=VAL(MP$)
110 TM=VAL(RIGHT$(STR$(INT(TI/6)),1))
120 GETA$:IFA$=" "THENGOSUB350
130 CHAR1,4,5,""
140 GOSUB400:GOTO60
150 PRINTUSING"###,0":PRINT":":PRINTUSING"###,P":PRINT":":
160 PRINTUSING"###,MP":PRINT":":PRINTUSING"###,TM
170 PRINT"TI":RETURN
180 K$="#####":KF$="TTTT":B$=" 0000 0000 0000 0000 0000":V$="#####"+KF$
190 J$="#####TTTT"
200 A$(1)=" 00 " +K$
210 A$(2)=" 00 00 " +K$
220 A$(3)=" 00 00 " +K$
230 A$(4)=" 00 00 " +K$
240 B$(0)=A$(1)+A$(2)+A$(2)+A$(2)+A$(1)+V$
250 B$(1)=A$(4)+A$(4)+A$(4)+A$(4)+A$(4)+V$
260 B$(2)=A$(1)+A$(4)+A$(1)+A$(3)+A$(1)+V$
270 B$(3)=A$(1)+A$(4)+A$(1)+A$(4)+A$(1)+V$
280 B$(4)=A$(2)+A$(2)+A$(1)+A$(4)+A$(4)+V$
290 B$(5)=A$(1)+A$(3)+A$(1)+A$(4)+A$(1)+V$
300 B$(6)=A$(1)+A$(3)+A$(1)+A$(2)+A$(1)+V$
310 B$(7)=A$(1)+A$(4)+A$(4)+A$(4)+A$(4)+V$
320 B$(8)=A$(1)+A$(2)+A$(1)+A$(2)+A$(1)+V$
330 B$(9)=A$(1)+A$(2)+A$(1)+A$(4)+A$(1)+V$
340 RETURN
350 IFS=20ANDOS=2THENSCLNR
360 CHAR1,OS,S,"":GOSUB150:OS=OS+13
370 IFOS=41THENOS=2:S=S+2
380 IFS=24THENS=20:OS=2
390 RETURN
400 O1=VAL(LEFT$(O$,1)):O2=VAL(RIGHT$(O$,1))
410 P1=VAL(LEFT$(P$,1)):P2=VAL(RIGHT$(P$,1))
420 M1=VAL(LEFT$(MP$,1)):M2=VAL(RIGHT$(MP$,1))
430 PRINTB$(O1),B$(O2),B$(P1),B$(P2),B$(M1),B$(M2)
440 PRINTB$(M1),B$(M2),"#####",J$,B$(TM)
450 RETURN
460 SCNCLR
470 PRINT"##### TORNATERMI STOPPER"
480 PRINT"##### 1 - IDOBEALLITAS"
490 PRINT"##### 2 - STOPPER"
500 PRINT"##### 3 - BEKAPCSOLASTOL ELTELT IDO"
510 PRINT"##### 4 - VEGE"
520 PRINT"##### F1 - MENU, SPACE - RESZIDOK"
530 GETKEYA$
540 IFA$<"1"ANDAS$<"2"ANDAS$<"3"ANDAS$<"4"THEN530
550 ONVAL(A$)GOTO560,600,610,620
560 SCNCLR
570 PRINT"#####KEREM A PONTOS IDOT!(KET SZAMJEGY!)":PRINT
580 INPUT"ADRA":H$:INPUT"PERC":PE$:INPUT"MASODPERC":MA$
590 TI$=H$+PE$+MA$:GOTO 610
600 TI$="000000"
610 SCNCLR:RETURN
620 PRINTCHR$(142):SCNCLR:END

```


azonos index alatt végükre illesztve a V\$-t. Az egyoszlopos kettőspontot felülről lefelé kurzormozgatásokkal, a tizedes pontot alulról fölfelé hasonló módon építettük fel. Egy adott számjegy kiírása B\$ (számjegy) utasítással történik. Kétjegyű számoknál a jegyeket külön-külön kell kiírni: stringgé alakítani, két részre vágni, majd ismét számértékké konvertálni. Ezt a műveletet végzik a 90. és a 400—420-as sorok. B\$ a kettőspont, J\$ a tizedespont (ez alulról indul).

Az idő mérése a gép TI és TI\$ változóinak kiírásából áll. A TI értéke 60-ad másodpercenként növekedik egygyel. Ezt 6-tal osztva az időt tizedmásodpercekben kapjuk. Ennek egész részét véve, majd szöveges változóvá alakítva a 7. karakterét levágva az idő 0,1-es értékét kapjuk. A TI\$ 6 karakteres formában, pl. 123445 kiírásával, 12 óra, 34 perc, 45 másodperc jelentéssel adja a pontos időt. Ezt kétjegyű számokra daraboljuk, majd egyjegyűekké alakítva kiírhatjuk. E műveletet végzik a fenti sorok (90, 440—410—420).

A program működése:

180—340	Karaktereket definiáló szubrutin
460—610	Menü: F1 genbra bármikor hívható (F1 átdefiniálva: 30 sor)
60—70	Percenként, ill. 10 mp-enként hangjelzés (kiiktatható)
90—100—110	A TI\$ darabolása, számértékké konvertálása
400—450	O, P, MP, TM jegyeinek előállítása, kiírása
150	Részidők „szövegének” pozicionálása: S sor,
370—390	OS oszlop

A MENÜ 3 pontja csak a program elején adja a bekapcsolástól eltelt időt, mert a stopper nulláz, a pontos idő pedig módosít.

KÓSA JÓZSEF
középiskolai tanár,
Bánki Donát Ipari Szakközépiskola,
Nyíregyháza

Könyvismertetés

Dr. Zsudel László: VIDEOTECHNIKA A FIZIKA TANÍTÁSÁBAN

(Országos Oktatástechnikai Központ, 1987.)

A szerző a sokéves középiskolai tanítás tapasztalata és az e témába vágó, tekintélyes irodalom áttekintése alapján térképezte fel azokat a területeket, ahol a videotechnikát alkalmazni lehet a fizika oktatásában. A kiadvány *kézikönyvjellegű*, s nem folyamatos olvasásra való. Egy-egy videotechnikai eljárás köré csoportosítja azokat a fizikai jelenségeket, amelyek bemutatásához az a technika a legalkalmasabb.

Az eljárások megértését, a szükséges technikai összeállítások követését igen sok fotó és rajzos ábra segíti elő. Azok pedig, akiket további tájékozódásra serkent a könyv, a gazdag tematikus irodalomjegyzék alapján kapnak útmutatást.

A 100 oldal körüli, 77 ábrát és 8 rajzos mellékletet tartalmazó könyv, első sorban a közép fokú fizikaoktatás igényeit elégíti ki, de bizonyára használni tudják az általános iskolában tanító kollégák is. Több esetben a felsőfokú oktatás laboratóriumi gyakorlataiból adódó lehetőségeket is ismerteti a szerző.

A könyv már rendelhető. Előreláthatólag 40—50 Ft közötti ára lesz. A megrendeléseket (pecséttel, pontos címmel ellátva és példányszám megjelölésével) az alábbi címre kérjük küldeni:

Országos Oktatástechnikai Központ
Budapesti Részlege

(Dr. Tompa Klára)
1502 Budapest, postafiók: 260.

A Tankönyvkiadó gondozásában tankönyv jelent meg a 7. osztályos fizika (Energia című) fakultatív foglalkozáshoz. A könyv szerepel a tankönyvjegyzékben is. A többi tankönyvvel azonos módon rendelhető meg. A fakultatív foglalkozáson kívül használható a szakkörön és a differenciált munkához is. A könyv a fizikaórákon szerzett ismeretek elmélyítését, új szituációkban történő alkalmazását segíti. A nagyszámú, fényképekkel, rajzokkal illusztrált kísérleti leírás, feladat, olvasmány széles körű választási lehetőséget nyújt.

*

Eredményvizsgálat a párhuzamos tankönyvet használó iskolákban (Fizika, 6. osztály) címmel, OPI-kiadvány jelent meg. A füzet ismerteti az eredményvizsgálat célját, szervezését, majd közli a vizsgálat 85 feladatát, s a tanulók által elért eredményeket témakörönként és feladatonként. (A tanulók által elért átlageredmény az I. témakörben 67,2%, a II. témakörben 52,7%, a III. témakörben 57,8%). A vizsgálat 70 iskolára és 1700 tanulóra terjedt ki.

A kiadvány külön elemzi a minimum- és nem minimumszintű követelmények teljesítését, az értelmi műveleti szintek (ismeret, megértés, alkalmazás, magasabb rendű műveletek) szerinti eredménymegoszlást. Ismerteti a füzet az eredmények differenciálódását a fizikát tanító pedagógusok tanítási ideje és az iskolák székhelye szerint is. A vizsgálatban részt vett 70 iskola közül 68-ban fizikatanár tanította a fizikát, ezért a füzet nem elemzi az eredményeket a fizikát tanító pedagógusok szakképesítése szerint (eltérően a korábbi gyakorlattól).

Az adatok tanúsága szerint nagy szórádás mutatkozik a tanulók egyéni teljesítményei között és az iskolák átlageredményei között is. (A II. témakör feladatainak a megoldásában például 22,8% volt a leggyengébb, s 78,6% a legjobb iskolai átlag.)

A kiadványt a megyei (fővárosi) pedagógiai intézetek, az általános iskolai fizika-szaktanácsadók és azok az iskolák kapták meg, amelyek a vizsgálatban részt vettek.

*

Szobrok, emléktáblák. A Fizika Tanítása 1986. évf., 6. számától kezdve közöljük a Fórumban olyan szobrok, emléktáblák fényképeit, amelyek valamilyen módon kapcsolódnak a fizika tananyagához. Szívesen közlünk kollégáink által beküldött fényképeket is.



Most közzétett fényképünk a Celldömölk melletti Sárhegyen emelt emlékoszlopot ábrázolja. Eötvös Loránd hosszabb időn át végzett méréseket a torziós ingával ezen a helyen. Erre emlékeztet a hegy anyagából készült emlékoszlop. Közéleben (mintegy 200 méterre) múzeum is van, Eötvösre vonatkozó emlékekkel.

*

Tanfolyam az általános iskolai matematika—fizika vezető szaktanácsadók számára. Az Országos Pedagógiai Intézet szervezésében tanfolyam volt a vezető szaktanácsadók számára Esztergomban, 1987. március 16. és 20. között. Az aktuális oktatáspolitikai kérdések mellett részletes tájékoztatás hangzott el a tanfolyamon a szaktanácsadás módszertani kérdéseiről, a szaktanácsadó ellenőrző, fejlesztő-szolgáltató, információt biztosító és továbbképző funkcióiról. Fizikából megvitatták a résztvevők az OPI és a vezető szaktanácsadók által végzett kutatások, vizsgálatok eredményeit, tapasztalatait. Előadás hangzott el az informatika külföldi iskolai alkalmazásáról, valamint a számítógép általános iskolai

fizikatanításban, -tanulásban történő alkalmazásáról.

*

A Tolna megyei általános iskolai fizika szaktanácsadók 40 iskola 65 osztályából összegyűjtötték a 6—8. osztályos témazáró feladatlapok megoldásának eredményeit, majd összegezték az adatokat. Az így kapott megyei átlagokat aszerint

elemzték, hogy minek köszönhetők a jó eredmények, illetve mire vezethetők vissza a gyengébb tanulói teljesítmények. Javaslatokat ad az elemzés a tanulók eredményeinek a növeléséhez is. A feladatlapok adatait *Ódor Anna*, *Ruba Gyuláné* és *Marton Aladárné* szaktanácsadó gyűjtötte össze és összegezte; az elemzést pedig *dr. Szenczi Lászlóné* vezető szaktanácsadó végezte.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Иса Шандор: Критика традиционной статической структуры механики</i>	65
<i>Гогола Аладар: Измерение поверхностного напряжения проделывая работу</i> ...	76
<i>Миклош Эрика: Наша цель: воспитание талантов</i>	85
<i>Чакань Анталнэ: Система обучения в Японии глазами американцев</i>	87
<i>Арош Ежсефнэ: Игра в карты по физике</i>	89
<i>Уголок идей (Сендеи Шандор)</i>	93
<i>Аннотация книг (Доба Ласло)</i>	95
<i>Форум</i>	96

I N H A L T

<i>Isza Sándor: Die Kritik des traditionellen statischen Aufbaus der Mechanik</i>	65
<i>Gogola Aladár: Messung der Oberflächenspannung mit Arbeitsleistung</i>	76
<i>Miklós Erika: Unser Ziel ist Begabtenförderung</i>	85
<i>Csákány Antalné: Die japanische Bildung mit amerikanischem Auge</i>	87
<i>Aros Józsefné: Physikalische Kartenspiele</i>	89
<i>Praktischer Winkel (Szendei Sándor, Kósa József)</i>	93
<i>Buchbesprechung (Doba László)</i>	95
<i>Forum</i>	96

Felhívjuk olvasóink figyelmét!

Bonifer Dominkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak (Rsz.: 8094)	Kötve: 31,— Ft
Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.)	Kötve: 63,— Ft
Budó Ágoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.)	Kötve: 51,— Ft
Budó—Mátrai: Kísérleti fizika III. (Rsz.: 4292/III.)	Kötve: 57,— Ft
Dér—Radnai—Siós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)	Kötve: 42,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8175/II.)	Fűzve: 39,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Hogyan tanítsuk a fizikát a 7. osztályban? Tanári kézikönyv (Rsz.: 83 030/I.)	Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Kövesdi Pál—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Hogyan tanítsuk a fizikát a 8. osztályban? Tanári kézikönyv (Rsz.: 83 036/I.)	Fűzve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. I. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 45,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. II. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. III. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 43,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Mechanika Elméleti fizika I. (Rsz.: 42 221/I.)	Kötve: 33,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Klasszikus erőterek Elméleti fizika II. (Rsz.: 42 221/II.)	Kötve: 60,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Kvantummechanika Nem relativisztikus elmélet. Elméleti fizika III. (Rsz.: 42 221/III.)	Kötve: 86,— Ft
V. B. Bereteckij—E. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Relativisztikus kvantumelmélet. Elméleti fizika IV. (Rsz.: 42 221/IV.)	Kötve: 84,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Statisztikus fizika I. Elméleti fizika V. (Rsz.: 42 221/V.)	Kötve: 85,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Hidrodinamika Elméleti fizika VI. (Rsz.: 42 221/VI.)	Kötve: 78,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Rugalmasságtan Elméleti fizika VII. (Rsz.: 42 221/VII.)	Kötve: 32,— Ft

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a KÖNYVESBOLTOKBAN!

A

4 1987
XXVI. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA



A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:
DR. GECSÓ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:
GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LÓRÁNT, DR. LITZ JÓZSEFNÉ,
DR. NAGY LÁSZLÓ, PÁHÁN ISTVÁN,
DR. PAÁL TAMÁS, DR. TASNÁDI PÉTER,
DR. VIDÓ IMRE, VIG ISTVÁN, DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ,
DR. ZÁTONYI SÁNDOR.

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai Intézet 1406 Budapest, Pf.: 33 Gorkij fasor 17—21. — Telefon: 211-200. — Kiadja: a Tankönyvkiadó, 1055 Budapest, V., Szalay utca 10—14. — A kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető: bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél és a Posta Központi Hírlapirodánál (postacím: Budapest, V., József nádor tér 1. — 1900) személyesen vagy postautalványon, valamint átutalással, a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.

Előfizetési díj: egy évre: 42,— Ft

Réval Nyomda Egri Gyáregysége,
Eger. Igazgató: Horváth Józsefné dr.
87. 2244

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy közlésre szánt cikkeiket gépelve, két példányban küldjék meg a szerkesztőség fenti címére, a lakásuk és munkahelyük, valamint személyi számuk pontos feltüntetésével. — A papírlapnak csak egyik oldalára, kettes sortávolsággal írjanak! Egy-egy oldalra 30 sort gépeljenek! A sor hossza 66 betűhely. A cikkek terjedelme legfeljebb 6—8 gépelt oldal lehet. A rajzokat, táblázatokat külön lapon, megfelelő ábraszöveggel (aláírással) ellátva küldjék be!

Kéziratot nem őrzünk meg és nem adunk vissza!

TARTALOM

Dr. Vermes Miklós: Az 1987. évi Országos Középiskolai Fizika Tanulmányi Verseny	97
Bérces György—Főzy István—Juhász András: Beszámoló az 1986—87. évi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny harmadik (gyakorlati) fordulójának feladatáról	101
Veres Mihályné: XXX. Országos Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás	106
Isza Sándor: A mechanika tradicionális sztatikai felépítésének bírálata II.	112
Smidélisz Zsuzsa—dr. Zátanyi Sándor: Számítógép alkalmazása a fahő és a hőmennyiség tanításához...	125
Fórum	128

Címképünk: Budapest látképe a Planetáriumban.

DR. VERMES MIKLÓS
Budapest, Jedlik Ányos Gimnázium

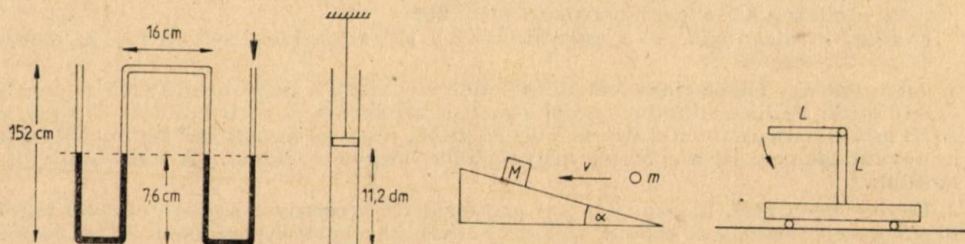
Az 1987. évi Országos Középiskolai Fizikai Tanulmányi Verseny

A gimnáziumi tanulók versenye

A szakközépiskolai tanulók I. csoport címén külön versenyeztek. A II. csoportban versenyzett minden III. osztályos tanuló (kivéve a speciális vagy komplex tantervű osztályokat) és csak az alaptanterv szerint fizikát tanuló IV. osztályosok. A III. csoportban versenyzett minden fakultáción fizikából részt vevő IV. osztályos tanuló és a speciális, illetve komplex tantervű III. és IV. osztályos tanuló. Mindkét csoport feladatai ugyanazok voltak, és versenyeik egyidejűleg mentek végbe.

Az első forduló január 5-én folyt le, és feladatai a következők voltak:

1. Kezdetben a vékony üvegső mindegyik szárában egyenlő magasan áll a higany. A légköri levegő nyomása 76 cm magas higanyoszlop nyomásával tart egyensúlyt. Ezután a jobb oldali szár felett növeljük a levegő nyomását, amíg 232,8 cm-es higanyoszlop nyomásával lesz egyenlő. Hogyan állnak most az egyes oszlopokban a higany-szintek?



2. Egy 8 kg tömegű, 20 cm^2 alapterületű henger lóg dugattyújánál felfüggesztve. A hengerben 27°C hőmérsékletű hélium van. A hőmérséklet lassan csökken. Mennyi hőt kell a héliumtól elvonni, hogy a gázoszlop eredetileg 11,2 dm-es hossza 8,96 dm-re rövidüljön? A külső légnyomás 10^5 Pa , $g = 10 \text{ m/s}^2$. A hélium állandó térfogat melletti molhője $C_v = 12\,300 \text{ J/kmolK}$.

3. Egy $\alpha = 16,26^\circ$ hajlásszögű lejtőn $M = 1,6 \text{ kg}$ tömegű test van. A súrlódási együttható $\mu = 0,2$. A lejtőre helyezett testet elengedjük, és ebben a pillanatban vízszintesen belőlünk egy $m = 0,4 \text{ kg}$ golyót $v = 12 \text{ m/s}$ sebességgel. Mennyivel csúszik feljebb a lejtőn?

4. Egy vízszintes pályán m tömegű kiskocsi áll, rajta $L = 2$ méter magas, ugyancsak m tömegű rögzített oszlop áll. Ennek végéhez szintén m tömegű, $L = 2$ méter hosszú rúd kapcsolódik egy csuklóval. A rudat vízszintes helyzetből elengedjük. Mekkora sebességgel csapódik a rúd vége az oszlophoz? A súrlódás elhanyagolható. $g = 10 \text{ m/s}^2$.

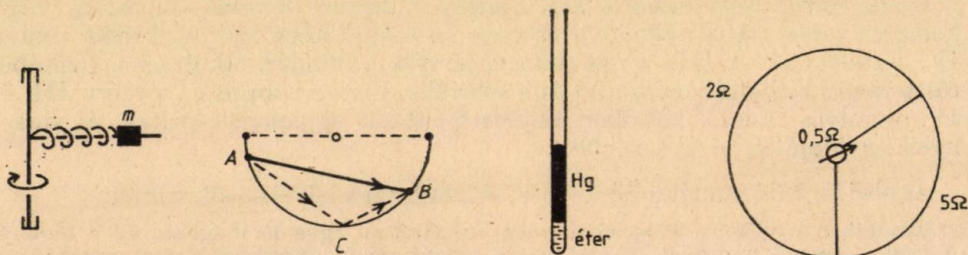
A négy feladat mindegyikéért 2 pont járt, a maximális pontszám 8 lehetett. Be kellett küldeni minden olyan dolgozatot, amelynek az összpontszáma elérte a 4-et. A tanárok pontozását a versenybizottság egységesítette. Erre elsősorban azért van szükség, mert ugyanazt a hibát országosan egyformán kell elbírálni, és ebben a bizottság tagjai a pontozások átvizsgálásakor állapodnak meg. A négy feladat közül a második és a negyedik bizonyult nehéznek, amiből a pontozási bizonytalanságok származtak, aminek eredményeként a beküldött dolgozatok egyharmada került 4 összpontszám alá.

A II. csoportban 3 versenyző oldotta meg hibátlanul mind a négy feladatot. A bizottság valamennyi, ellenőrzött 4 pontot elért versenyzőt behívott a második fordulóra, összesen 73-at (közülük 23 budapesti és 50 vidéki).

A III. csoportban 5 versenyző oldotta meg hibátlanul mind a négy feladatot. A bizottság valamennyi, ellenőrzött 4 pontot elért versenyzőt behívta a második fordulóra, összesen 128-at (közülük 48 budapesti és 80 vidéki).

A második fordulóra március 11-én került sor. Feladatai a következők voltak:

1. Függőleges tengely körül forgó vízszintes rúdon $m=0,6$ kg tömegű test csúszhat. A testet egy rugó kapcsolja a tengelyhez. A rugó eredeti hossza $J=0,2$ méter, és rugóállandója $D=5$ N/m. A szögsebesség $\omega=2,5$ s⁻¹; $g=10$ m/s².



Mekkora állandó sugarú körpályán maradhat meg a test abban az esetben,

- amikor a súrlódási együttható $\mu=1/12$?
- és amikor a súrlódási együttható $\mu=0,25$?
- Hogyan alakulnak a viszonyok $\omega=3,3$ s⁻¹ szögsebességnél, $\mu=1/12$, illetve, $\mu=0,25$ esetében?

2. Adva van egy félkör alakú vályú, és benne egy A -tól a mélyebben fekvő B pontba vezető lejtő. Bebizonyítandó: bárhol legyen is a félkörön A és B között a C pont, az ACB lejtőn hamarabb ér el egy test A -ból B -be, mint az eredeti AB lejtőn! C -ben az irányváltozás nem jár a sebesség nagyságának megváltozásával. A súrlódástól eltekintünk.

3. Egyik végén zárt, hosszú, $0,2$ cm² alapterületű üvegcövet nyitott végével felfelé függőlegesen tartunk. A csőben $0,25$ cm hosszú folyékony éteroszlopot 19 cm hosszú higanyoszlop zárt el. A hőmérséklet 35 °C (az éter forróját). Hogyan helyezkedik el a higanyoszlop, ha a csövet megfordítjuk úgy, hogy nyitott vége legyen lefelé? A folyékony éter sűrűsége $0,7$ g/cm, relatív molekulatömeg 74 .

4. Kör alakú vezetőhurok egyharmad részének ellenállása 5 ohm, kétharmad részének ellenállása 2 ohm. A kör területe $0,3$ m². A két rész találkozási helyeiről sugarirányú huzalokkal a kör középpontjába kisméretű ampermérőt kapcsolunk, amelynek ellenállása $0,5$ ohm. A kör síkjára merőleges homogén mágneses indukció az időben egyenletesen változik:

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0,4 \frac{\text{tesla}}{\text{s}}$$

- Mekkora áramot jelez az ampermérő?
- Az ampermérőt ideális voltmérővel cseréljük fel. Az mekkora feszültséget jelez?

Mindkét forduló feladatainak a megoldásait a Középiskolai Matematikai Lapok egyik száma közli.

A második forduló dolgozatait a versenyzők név nélkül, kódszámokkal megjelölve adták be, és ezek felfedése az előírás szerint csak akkor történt, amikor a bizottság már meghozta a határozatát a harmadik fordulóra való behívás és a dicséretük ügyében.

A II. csoportban az első feladatra 31, a másodikra 3, a harmadikra 19, a negyedikre 10 teljes megoldás érkezett be. A III. csoportban az első feladatot 61, a harmadikat 84, a negyediket 21 versenyző oldotta meg teljesen, a második feladatra nem tudtak válaszolni.

A harmadik (kísérleti) forduló április 22-én ment végbe Budapesten, az ELTE Általános Fizikai Intézetében. Erre 13 tanuló kapott a II. és 11 tanuló a III. csoportból behívót. Sajnálatos, hogy helyszűke miatt a harmadik fordulón csak kevesen vehettek részt. A versenyzőknek igen híg cink-jodid-oldatot kellett elektrolizálniuk, és az ellenállásnak az időtől való függését kellett megvizsgálniuk. Az eredmény annyiból mondható gyengének, hogy kb. 6 versenyző alig érte el a lehetséges maximális pontszám felét, és csak egy versenyző szerezt meg a maximális pontszám 80%-át. Úgy látszik, a kísérletezésben való járatlanság a vidéki versenyzőknél még nagyobb, mint a budapestieknél. A verseny részleteit lapunk közli.

A II. csoport versenyének eredménye:

- I. díj: *Cynolter Gábor*, Budapest, Fazekas Mihály Gimn. IV. o. t., tanára: Horváth Gábor.
- II. díj: *Vargay Péter*, Debrecen, Fazekas Mihály Gimn. IV. o. t., tanára: Szegedi Ervin és Takács Kálmán.
- III. díj: *Benczur András*, Budapest, Fazekas Mihály Gimn. IV. o. t., tanára: Horváth Gábor.

Helyezettek (sorrendben):

4. *Drasny Gábor*, Budapest, Fazekas Mihály G. III. o. t., t.: Horváth Gábor. 5. *Keleti Tamás*, Budapest, Fazekas Mihály G. III. o. t., t.: Horváth Gábor. 6. *Tasnádi Tamás*, Budapest, I. István G. IV. o. t., t.: Moór Ágnes. 7. *Gyuris Viktor*, Budapest, Fazekas Mihály G. IV. o. t., t.: Horváth Gábor. 8. *Pál Gábor*, Budapest, Árpád G. IV. o. t., t.: Székely György. 9. *Vadász Dénes*, Miskolc, Földes Ferenc G. IV. o. t., t.: Dolák Gabriella. 10. *Lang András*, Győr, Révai Miklós G. III. o. t., t.: Székely László és Jagudits György.

Elsőfokú dicséretet kaptak (egyenlő helyezésben):

Hantosí Zsolt, Budapest, Árpád G. IV. o. t., t.: Székely György. *Kiss Tamás*, Budapest, József Attila G. III. o. t., t.: Tóth Eszter. *Bajor Péter*, Budapest, I. István G. IV. o. t., t.: Moór Ágnes. *Szokoly Gyula*, Budapest, Fazekas Mihály G. IV. o. t., t.: Horváth Gábor. *Miskolczi Norbert*, Pécs, Leőwey Klára G. III. o. t., t.: Simai Margit. *Tavaszi Gábor*, Miskolc, Földes Ferenc G. III. o. t., t.: Dolák Gabriella. *Szász Péter*, Gyomaendrőd, Kiss Lajos G. III. o. t., t.: Tófalusi Péter. *Boros Péter*, Szeged, Radnóti Miklós G. III. o. t., t.: Dudás Zoltánné és Győri István. *Wolkensdorfer Péter*, Székesfehérvár, József Attila G. III. o. t., t.: Perepatitsné Majorovics Margit. *Andrejkovics István*, Debrecen, Tóth Árpád G. III. o. t., t.: Kovács Miklós. *Fehér Csaba*, Debrecen, Fazekas Mihály G. III. o. t., t.: Balázs Tivadar. *Kozsik Tamás*, Vác, Sztáron Sándor G. III. o. t., t.: Csomó József. *Szabó Tamás*, Pécel, Ráday Pál G. III. o. t., t.: Zelei László.

Másodfokú dicséretet kaptak (egyenlő helyezésben):

Fucskár Attila, Budapest, Kaffka Margit G. III. o. t., t.: Jánosi Ilona. *Kása Attila*, Kecskemét, Katona József G. III. o. t., t.: Loboda Imre és Szabolcs Bálint. *Derényi Imre*, Győr, Révai Miklós G. III. o. t., t.: Székely László. *Lescsinszky Péter*, Szolnok, Versegly Ferenc G. III. o. t., t.: Sebestyén István.

A III. csoport versenyének eredménye:

- I. díj: *Zaránd Gergely*, Budapest, Piarista Gimn. IV. o. t., tanára: Görbe László.
II. díj: *Vasy András*, Budapest, Apáczai Csere János Gimn. III. o. t., tanára: Zsigri Ferenc.
III. díj: *Balogh Péter*, Mezőkövesd, I. László Gimn. IV. o. t., tanára: Rácz György.

Helyezettek (sorrendben):

4. *Rösner Vilmos*, Budapest, Apáczai Csere János G. III. o. t., t.: Kelemen László.
5. *Horváth András*, Győr, Révai Miklós G. IV. o. t., t.: Székely László, Nikhazy László és Takács István. 6. *Juhász Attila*, Debrecen, Kossuth Lajos G. IV. o. t., t.: Nagy Lászlóné. 7. *Károlyi György*, Budapest, Radnóti Miklós G. IV. o. t., t.: Tomcsányi Péter. 8. *Englert Rolland*, Paks, Vak Bottyán G. IV. o. t., t.: Czuczor Miklós. 9. *Csáki Csaba*, Budapest, Apáczai Csere János G. III. o. t., t.: Kelemen László. 10. *Márkus Csaba*, Sárospatak, Tinódy Sebestyén G. IV. o. t., t.: Tóth János.

Elsőfokú díjszerűt kaptak (egyenlő helyezésben):

Bortel Gábor, Budapest, Árpád G. IV. o. t., t.: Csaba György. *Csala Miklós*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Flórik György. *Dankovics János*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Zsigri Ferenc. *Eső Péter*, Budapest, Apáczai Csere János G. III. o. t., t.: Kelemen László. *Farkas István*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Holics László. *Kecskés István*, Budapest, Fazekas Mihály G. IV. o. t., t.: Tóth László. *Kristóf Ákos*, Budapest, Piarista G. IV. o. t., t.: Görbe László. *Tasi Sándor*, Kecskemét, Katona József G. IV. o. t., t.: Sáróné J. Szabó Irén. *Heckenberger István*, Baja, Frankel Leo G. IV. o. t., t.: Sári István és Zagyva Tiborné. *Kiss Zoltán*, Békéscsaba, Rózsa Ferenc G. IV. o. t., t.: Pocsai Zoltán és Simon Imréné. *Steiber János*, Kazincbarcika, Ságvári Endre G. IV. o. t., t.: Petróczi Gábor. *Kelemen Eszter*, Székesfehérvár, József Attila G. IV. o. t., t.: Perepatitsné Majorovics Margit és Teleki Sándorné. *Piukovics Péter*, Győr, Révai Miklós G. IV. o. t., t.: Nikhazy László, Takács István és Székely László. *Czifrus Szabolcs*, Győr, Czuczor Gergely Bencés G. IV. o. t., t.: Balogh Szilárd és Vidákovics Előd. *Kovács Attila*, Debrecen, Tóth Árpád G. IV. o. t., t.: Kertai Ibolya és Kovács Miklós. *Vajna Péter*, Berettyóújfalu, Arany János G. IV. o. t., t.: Karácsony László és Hannig Béláné. *Harasta Sándor*, Tata, Eötvös József G. IV. o. t., t.: Édes Zoltán és Mészáros András. *Varga Gábor*, Balatonfüred, Lóczy Lajos G. IV. o. t., t.: Vastagh György.

Másodfokú díjszerűt kaptak (egyenlő helyezésben):

Kúthy Antal, Budapest, Móricz Zsigmond G. IV. o. t., t.: Sikó Attiláné. *Bogdán Tamás*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Zsigri Ferenc. *Kégl Balázs*, Budapest, Apáczai Csere János G. III. o. t., t.: Zsigri Ferenc. *Mócsai Attila*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Zsigri Ferenc. *Szőnyi László*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Holics László. *Marosi Gyula*, Budapest, Fazekas Mihály G. IV. o. t., t.: Tóth László. *Mazaray Sándor*, Budapest, Fazekas Mihály G. IV. o. t., t.: Tóth László. *Moré Gábor*, Budapest, Piarista G. IV. o. t., t.: Börbe László. *Csott Róbert*, Budapest, I. István G. IV. o. t., t.: Moór Ágnes. *Naszódy Péter*, Kecskemét, Katona József G. IV. o. t., t.: Sáróné J. Szabó Irén. *Borsik István*, Kecskemét, Katona József G. IV. o. t., t.: Sáróné J. Szabó Irén és Szablics Bálint. *Óvári László*, Kecskemét, Piarista G. IV. o. t., t.: Futó Béla. *Schimpl Zsolt*, Békés, Szegedi Kis István G. IV. o. t., t.: Baji Istvánné. *Juhász Géza*, Békés, Szegedi Kis István G. IV. o. t., t.: Benkő Mihály. *Rozgonyi Tamás*, Miskolc, Földes Ferenc G. IV. o. t., t.: Zsudel László és Zámboreszky Ferenc. *Taszner István*, Miskolc, Földes Ferenc G. IV. o. t., t.: Dolák Gabriella. *Jászberényi Miklós*, Szeged, Radnóti Miklós G. IV. o. t., t.: Meleg István. *Sarusi-Kis Zsolt*, Csongrád, Batsányi János G. IV. o. t., t.: Szucsán András. *Wernsdorfer Ferenc*, Győr, Czuczor Gergely, Bencés G. IV. o. t., t.: Balogh Szilárd és Vidákovics Előd. *Kónya Klára*, Debrecen, Tóth Árpád G. IV. o. t., t.: Kertai Ibolya és Kovács Miklós. *Pátzay Pál*, Vác, Sztáron Sándor G. IV. o. t., t.: Fehér János és Skripeczky Gyula. *Veres Gábor*, Monor, József Attila G. IV. o. t., t.: Várfoki György. *Horváth Tamás*, Kaposvár, Táncsics Mihály G. IV. o. t., t.: Gál József. *Térmege János*, Szekszárd, Garay János G. IV. o. t., t.: Mikó Sándorné. *Gaál Richard*, Nagykanizsa, Landler Jenő G. IV. o. t., t.: Gulyás Mihály.

Beszámoló az 1986—87. évi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny harmadik (gyakorlati) fordulójának feladatairól

Az 1986—87. évi OKTV fizikaversenyének harmadik, kísérleti fordulója a korábbi évekhez hasonlóan az ELTE Általános Fizika Tanszékének Demonstrációs Laboratóriumában került megrendezésre. A versenybizottság a második fordulóban legjobbnak bizonyult 24 tanulót, 13 budapesti és 11 vidéki középiskolást hívott be laboratóriumi munkára. A kitűzött mérési feladat az elektrolitok elektromos vezetésével volt kapcsolatos. A résztvevők számot adhattak gyakorlati érzékükről, kísérletező készségükről, arról, hogy hogyan sajátították el az eddigiek során a mérések kiértékelésének módszereit, hogyan tudják összekapcsolni a mérések során kapott eredményeket elméleti ismereteikkel. Az alábbiakban részletesen ismertetjük a kitűzött feladatokat, a felhasználható kísérleti eszközöket, a mérések eredményeit, illetve a kapott eredmények értelmezését.

Feladatok

1. A munkahelyen található eszközök felhasználásával állítson össze olyan kísérleti elrendezést, amely alkalmas a kiadott cink-jodid-oldat vezetőképességének vizsgálatára! (Az összeállítást rajzolja le a mérési jegyzőkönyvébe!)

2. Különböző tápfeszültségek (kb. 4V, 8V, 12V) alkalmazása mellett elektrolizálva az oldatot, mérje meg az elektroliton átfolyó áram időbeli változását! Mérési eredményeit foglalja táblázatba!

3. Ábrázolja grafikusan az elektrolit vezetőképességének ($G = I/U$) változását az idő függvényében a különböző feszültségek mellett!

4. Mérési adataira támaszkodva adja meg a $G(U, t)$ függvényt analitikus alakban!

5. Eredményei alapján becsülje meg az oldat kezdeti koncentrációját!

6. Értelmezze mérési eredményeit!

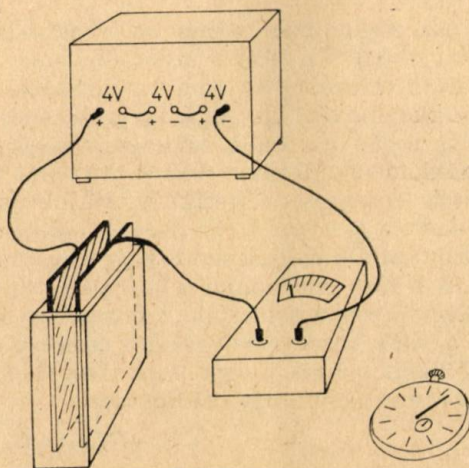
MEGJEGYZÉS

A cink-jodid (ZnI_2)-oldat rézelektrodák közötti elektrolízisekor a katódon cink, az anódon jód válik ki, és ott vékony bevonatot képez. Ennek hatása — a feladatban vizsgált jelenség szempontjából — csak az elektrolízis első pillanataiban jelentős, a későbbiekben elhanyagolható.

A feladatok elvégzéséhez az egyes munkahelyeken az alábbi eszközök álltak a tanulók rendelkezésére:

1. elektrolizáló cella, két kb. 5 · 5 cm nagyságú Cu-elektrodával;
2. univerzális mérőműszer, Tanért-tápegység ($J-13$ tip.);
3. csiszolt dugós lombik híg cink-jodid-oldattal;
4. 2 db literes edény, az egyikben desztillált vízzel;
5. 2 db 200 ml-es főzőpohár az oldatok öntögetésére;
6. stopperóra;
7. iratgyűjtő tiszta lapokkal, milliméterpapírokkal.

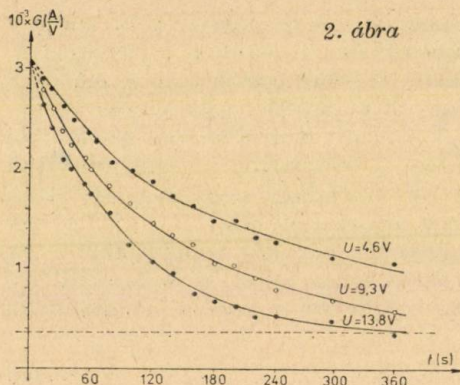
1. ábra



Az egyes munkahelyeket a versenyzők között sorshúzással osztottuk el. A feladatok megoldásához bármilyen segédanyagot (könyv, jegyzet, számológép stb.) lehetett használni.

A mérési feladatok megoldása

A rendelkezésre bocsátott eszközökből az 1. ábrán bemutatott mérőberendezés állítható össze. Az összeállítás segítségével mérhető az elektrolízis árama



az idő függvényében, a névleges 4, 8, 12 V elektrolizáló feszültség esetén. A folyamat során az áram erőssége először gyorsan, majd egyre lassuló ütemben csökken. Az oldat G vezetőképességének változását ($G = I/U$) különböző feszültségek esetén a 2. ábra grafikonja mutatja.

Ha az elektrolizáló edény mindhárom feszültség alkalmazásakor azonos mennyiségű oldatot tartalmaz, akkor a három görbe egyazon kezdőpontból indul, és azonos aszimptotához tart.

Az elektrolízis végén az elektródák polarizációs feszültségét megmérve ($U_{\text{pol}} \cong 0,5 \text{ V}$) megbizonyosodhatunk, hogy a vezetőképesség 2. ábrán bemutatott változásának nem a polarizációs feszültség kialakulása, hanem az áram csökkenése az oka. Az áram csökkenése azzal magyarázható, hogy az elektrolízis során az ionok semlegesítődnek, és így a töltéshordozók száma egyre csökken az oldatban. A 2. ábrán bemutatott görbék a vezetőképesség exponenciális lecsengését sejtetik. A feltételezés bizonyítható, ha a vezetőképesség-adatokat az aszimptota értékével csökkentjük, majd az így kapott értékek logaritmusát ábrázoljuk az idő függvényében.

A 3. ábra grafikonjai a korrigált vezetőképesség-értékek logaritmusát az idő függvényében mutatják. A feladatlap megjegyzésében utalás történt arra, hogy a görbék kezdeti szakaszától célszerű eltekinteni. Ezt figyelembe véve az ábrázolt pontokra egyenesek illeszthetők. Az eddigi eredmények szerint az oldat vezetőképessége az időben a

$$G(t) - G(\infty) = G_0 \cdot \exp\{-\lambda(U) \cdot t\} \quad (1)$$

függvény szerint változik. Az (1) összefüggésben szereplő G_0 együttható a kiindulási paraméterektől, az elektrolizáló cella adataitól, az oldat kezdeti koncentrációjától függ. A $\ln(G_0)$ értékét az illesztett egyeneseknek a függőleges koordinátatengellyel adódó közös metszéspontja jelöli ki. A $\lambda(U)$ kitevő értéke (a 3. ábrán látható egyenesek meredeksége) az elektrolizáló feszültség függvénye.

A negyedik ábra a 3. ábrán látható egyenesek meredekségét mutatja a feszültség függvényében.

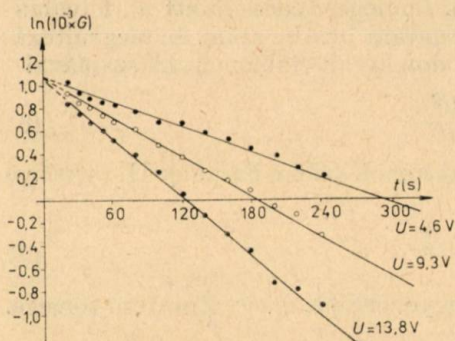
A mért adatokra origóból induló egyenes húzható, ami $\lambda(U)$ lineáris feszültségfüggését tanúsítja:

$$\lambda(U) = \lambda \cdot U$$

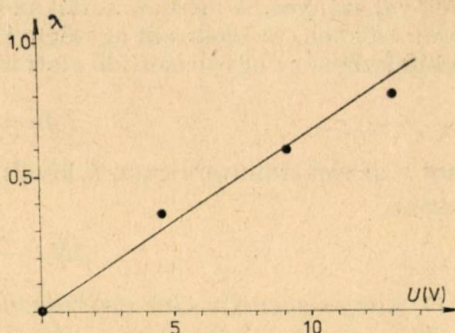
A mérési eredmények szerint az oldat vezetőképessége tehát

$$G(t) - G(\infty) = G_0 \cdot \exp\{-\lambda \cdot U \cdot t\} \quad \text{függvény szerint változik.}$$

3. ábra



4. ábra



Az áramerősség—idő függvénykapcsolat kimérés módját ad az oldat kezdeti cink-jodid-koncentrációjának becslésére. Az áram—idő-grafikon alatti terület (az áram idő szerinti integrálja) az elektroliton áthaladt és az elektródákon kivált összes töltésmennyiséget adja meg. Figyelembe véve, hogy $2 \cdot 96\,000\text{ C}$ töltés hatására az elektrolitból egy mólnyi cink-jodiddal egyenértékű cink és jód válik ki, továbbá azt, hogy pl. 12 V-al végzett mérés esetén az oldatban lévő valamennyi ion gyakorlatilag kivált, az oldat kezdeti cink-jodid-tartalma megbecsülhető. A 2. ábrán bemutatott G görbék közül a 12 V-os feszültséghez tartozó grafikon alatti területből le kell vonni az aszimptota alatti területet, majd hogy a cink-jodid leválasztására fordítódó töltést megkapjuk, a korrigált területet szorozni kell a feszültséggel. A mérőküvetta geometriai adatait lemérve, az elektrolizált oldat térfogata jó közelítéssel meghatározható, így az oldat cink-jodid-koncentrációja mól/l egységekben megadható.

A kísérleti eredmények értelmezése

A mérési eredmények értelmezéséhez az áram időbeli változását kell megmagyaráznunk.

A folyadékok elektromos vezetésében a pozitív és a negatív ionok egyaránt részt vesznek. A pozitív ionok mozgásából j_+ , a negatív ionok mozgásából j_- áramsűrűség adódik:

$$\begin{aligned} j_+ &= n_+ Z_+ \vec{e} v_+ \\ j_- &= -n_- Z_- \vec{e} v_- \end{aligned} \quad (3)$$

ahol n_+ és n_- a pozitív és a negatív ionok térfogategységre jutó számát, v_+ és v_- a pozitív, illetve a negatív ionok átlagos vándorlási sebességét jelöli. Z az ion töltésszámát, $Z_+ e$ a pozitív ion töltését, $-Z_- e$ a negatív ionok töltését jelenti. Cink-jodid esetén $n_- = 2n_+$, $Z_+ e = 2e$, $-Z_- e = -e$. A pozitív és negatív ionoktól származó teljes áramsűrűség:

$$j = j_+ - j_- = n_+ 2e v_+ + 2n_+ e v_- = 2n_+ e (v_+ + v_-).$$

A pozitív és a negatív ionok különböző sebességét egy átlagos $\bar{v}$ sebességgel helyettesítve

$$j = 4n_+ e \bar{v} \quad (4)$$

Ha az elektródfelületek nagysága A , az elektrolizáló cellán átfolyó áram

$$J = j \cdot A = 4Ae\bar{v}n_+ \quad (5)$$

Eredményünk szerint az áramerősség az n_+ pillanatnyi töltéshordozó-koncentrációval arányos. A mérések során az ionok semlegesítődése miatt n_+ folyamatosan csökken. Az elektrolit egységnyi térfogatra jutó ionszám Δn megváltozása kifejezhető az ugyanazon idő alatt a katódon kivált cinkionok ΔN számával.

$$\Delta n = -\frac{\Delta N}{V} \quad (6)$$

ahol V az elektrolit térfogata. A kivált cinkatomok száma Faraday II. törvénye szerint

$$\Delta N = \frac{k \cdot J \cdot \Delta t}{\mu} \quad (7)$$

A (7) kifejezésben k a cink elektrokémiai egyenértéke, μ egy Zn-atom tömege. A (6) és (7) egyenletek felhasználásával

$$\frac{dn}{dt} = -\frac{k}{V\mu} \cdot J \quad (8)$$

Az áramerősségre kapott (5) egyenlet idő szerinti differenciálásával kapható összefüggésből az egységnyi térfogatra jutó ionszám változási sebessége szintén megadható:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{1}{4Aev} \cdot \frac{dJ}{dt} \quad (9)$$

(8) és (9) összefüggések egybevetéséből az áramerősségre adódó differenciálegyenlet:

$$\frac{dJ}{dt} = -\frac{4kA}{V\mu} e\bar{v} \cdot J \quad (10)$$

A (10) differenciálegyenlet megoldva a kísérleti eredményekkel egyező

$$J = J_0 \exp(-Ct)$$

exponenciális függvényt kapjuk, ahol $C = \frac{4kAe}{V\mu} \cdot \bar{v}$.

Az ionok $\bar{v}$ átlagsebességét az elektródák közé kapcsolt feszültség határozza meg. A két nagyfelületű sík elektróda között az elektromos tér egy l lemeztávolságú kondenzátor teréhez hasonlítható. Eszerint a Ze töltésű ionra ható elektromos erő

$$F_e = EZe = \frac{U}{l} Ze \quad (11)$$

A folyadéokban mozgó iont a sebességgel arányos közegellenállás fékezi (Stokes-törvény):

$$F_{\text{fékező}} = -K\bar{v} \quad (12)$$

A K arányossági tényező függ az ion méretétől, a folyadék viszkozitásától, ez utóbbin keresztül a hőmérséklettől is.

Az ion állandó sebességgel mozog, ha

$$F_e = F_{\text{fékező}} = 0 \quad (13)$$

Az egyensúly (13) feltételéből, (11) és (12) felhasználásával az ion v átlagsebessége meghatározható:

$$\bar{v} = \frac{Ze}{Kl} \cdot U \quad (14)$$

A (14) összefüggés alapján J_0 értékét (5)-nek megfelelően behelyettesítve az áramerősség feszültség- és időfüggése az

$$J = \frac{4An_0Ze^2}{Kl} \cdot U \cdot \exp - \frac{4kAe^2Z}{V_{\mu Kl}} \cdot U \cdot t \quad (15)$$

kifejezést nyerjük. Ezt a feszültséggel elosztva adódik a vezetőképesség:

$$G = \frac{4An_0Ze^2}{Kl} \cdot \exp - \frac{4kAe^2Z}{V_{\mu Kl}} \cdot U \cdot t \quad (16)$$

A (16) összefüggés szemléletesebb alakra egyszerűsíthető. Az exponensben szereplő a k elektrokémiai egyenérték

$$k = \frac{\mu}{Ze}$$

és a V térfogat

$$V = Al$$

alakban történő felírásával a

$$\frac{4kAe^2Z}{V_{\mu Kl}} = \frac{4e}{Kl^2} = \lambda$$

kifejezésre egyszerűsödik. A (16) egyenlet együtthatóját a tört l -el történő bővítése után

$$\frac{4lAn_0Ze^2}{Kl^2} = Q_0\lambda$$

alakra hozhatjuk, ahol a

$$Q_0 = (lA)n_0Ze$$

az elektrolízis kezdésekor meglévő ionok össztöltését jelenti. Az egyszerűsítő átalakítások figyelembevételével a mérési tapasztalatokat értelmező (16) egyenlet

$$G = \lambda Q_0 \cdot \exp(-\lambda Ut) \quad (17)$$

alakú.

Megjegyezzük, hogy a (17) összefüggés egy újabb lehetőséget kínál az oldat kezdeti koncentrációjának meghatározására. A mérések kiértékelésével λ , illetve $G_0 = \lambda Q_0$ paraméterek numerikus értékét megkapjuk. Ezek ismeretében az oldatban lévő kezdeti töltések összege (Q_0), és ebből az oldat koncentrációja meghatározható.

A verseny értékelése

A versenyzők teljesítményét a beadott grafikonok, mérési jegyzőkönyvek alapján minősítettük, bár a bírálók folyamatosan is figyelemmel kísérték a versenyzők munkáját. A tapasztalatok szerint a feladat a verseny célkitűzései-nek megfelelt — jól széthúzta a versenyzők mezőnyét. A mérőberendezés összeállítása és a mérési technikai megvalósítása senkinek nem okozott gondot. Lényegesen nehezebbnek bizonyult a kitűzött feladatoknak és a megoldásuk-hoz rendelkezésre álló munkaidőnek a felmérése. A versenyzők jelentős része az egyes mérések sokszori megismétlésével, az eredmények szórásának kiszámításával vesztegette el az időt, és így a feladat érdemi részére, a mérési eredmények feldolgozására már alig jutott idő. Az elmúlt évek tapasztalataihoz hasonlóan az idei verseny is bizonyította, hogy a tanulók járatlanok a grafikus ábrázolásban, az eredmények grafikus úton történő értékelésében.

XXX. Országos Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás

Kaposvár, 1987. április 6—8.

Az ankét a Művelődési Minisztérium, az Országos Pedagógiai Intézet, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Középiskolai Szakcsoportja és Somogy Megyei Csoportja és az Országos Oktatástechnikai Központ szervezésében került megrendezésre. A rendezvényt sorozatra 420 középiskolában tanító fizikatanár gyűlt össze az ország minden részéből, ezúttal kevesebben, mint az elmúlt esztendőben. Az előadásokat a város központjában lévő Latinka Sándor Művelődési Házban, a fórumokat és a műhelyfoglalkozásokat a Gyergyai Albert Középiskolai Kollégiumban tartották. Ez utóbbi épületben volt a szállás és az étkezés is. A programban meghirdetett szakmai filmeket a MTESZ Technika Házában vetítették le.

Az ankét témája: a csillagászat tanítása. Ez a tudományág ma, az űrkutatás korában különösen széles körű érdeklődésre számíthat mind a tanulóifjúság, mind a nagyközönség körében. Az ankét kabátra kitűzhető emblémája — a témához illően — a Föld körül keringő űrhajók sematikus pályáit ábrázolta.

Az ünnepélyes megnyitóra április 6-án 8.30-kor került sor. *Knapp Ottó*, az ankét első napjának elnöke köszöntötte a megjelenteket, és bemutatta az elnökség tagjait. Az elnökségben a rendező országos és helyi intézmények, valamint a helyi párt és állami vezetés képviselői foglaltak helyet. Somogy megye és Kaposvár város nevében *dr. Balassa Tibor* üdvözölte az ankét résztvevőit. *Csákány Antalné* az Eötvös Loránd Fizikai Társulat nevében elmondotta, hogy a csillagászat mint téma, már régen nem szerepelt fizikatanári ankéton. Bejelentette, hogy az előadók e tárgykörben ismertetni fogják a legújabb eredményeket is.

A megnyitó előadást *Marik Miklós* tartotta „A csillagászat oktatásának helyzete hazánkban és külföldön” címmel. Az előadó rövid áttekintést adott arról, hogy a tudománytörténet során a csillagászat milyen helyet foglalt el a természettudományok között, majd áttekinthető táblázatot mutatott olyan országokról, ahol jelenleg a csillagászatot külön tantárgyként oktatják, és olyanokról, ahol a matematika, fizika, illetve földrajz keretén belül tanítják. Végül felsorolt néhány országot, ahol nem tanítanak csillagászatot. A csillagászatot külön tárgyként tanító országok közül az NDK, a Szovjetunió, Románia és Jugoszlávia csillagászati tanterveit és óraszámait ismertette. Az előadást hozzászólások követték.

Zsúfolt nézőtér előtt kezdte meg *Marx György* „Bölcsönk az univerzum” című előadását. Kozmológiai—kozmogóniai előadását mindvégig feszült érdeklődés kísérte. Az érdeklődés olyan nagy volt, hogy a „műhelyként” bejelentett foglalkozást is plenáris előadás formájában tartotta meg másnap, kedden.

Csaba György „Asztrofizika a középiskolában” című előadásában lényegében a középiskolai fizikatanönyvekben található csillagászati fejezeteket ismertette. Beszélt a csillagok jellemzőiről: fényesség, távolság, hőmérséklet, szín, méret, tömeg stb. A Russell-diagram alapján szólt a csillagok keletkezéséről és fejlődéséről. — Az előadó utalt arra, hogy a budapesti Planetárium — külön-

böző személyi okok miatt — jelenleg nem tudja biztosítani az iskolai műsorokhoz a tudomány fejlődésével lépést tartó tartalmú és az oktatójelleghez megkívánható színvonalú műsorokat.

Ez utóbbi megjegyzésre a Planetárium képviselőjében jelenlévő *Szalma Sándor* válaszolt. Véleménye szerint az elhangzott megállapítás nem helytálló. Kérte a jelenlévőket, hogy jelezzék nála, milyen témakörökből igényelnének planetáriumi előadásokat tanítványaik számára.

Az első nap délelőttiének utolsó eseményeként a műhelyfoglalkozások vezetői ismertették röviden műhelyeik témáit. Az ankét résztvevői a következő műhelyfoglalkozások közül választhattak:

1. *Szatmáry Károly*: Asztrofizika számítógépen
2. *Görbe László*: Gyűrűs bolygók a Naprendszerben
3. *Papp Györgyné—Horváth Zsolt*: A LOGO nyelv alkalmazása a fizikában
4. *Csekő Árpád*: Az erő tapasztalása, értelmezése Galilei óta
5. *Weinrich Ida*: A csillagászat tanítása a francia általános gimnáziumokban
6. *Csaba György*: A „Csillagászati megfigyelések” című fakultatív modul céljai, tanítási tapasztalatai, feladatai
7. *Both Előd*: Konzultáció az „Űrkutatás” című fakultatív modul anyagából
8. *Cselik Mária*: Neutroncsillagok
9. *Csákány Antalné*: Milyen előismeretekkel érkeznek a gyerekek az általános iskolából a középiskolába?
10. *Kertész Béla—Alföldi Attila*: A VIDEO és a számítógép összekapcsolása
11. *Molnár Miklós*: Elektronikus eszközök a statisztikus fizika középiskolai tanításához
12. *Marx György*: Hogyan válaszoljunk a diákoknak a „Nagy Bumm”-mal kapcsolatos kérdéseikre?
13. *Tóth Eszter*: STRATEGEM közgazdasági döntéshozatal a számítógépen
14. *Zombori Ottó*: Mit ajánl az Uránia Csillagvizsgáló a kollégáknak?
15. *Tompa Klára*: Dia és magnó hanganyag a csillagászatról
16. *Ludmány András*: Középiskolai csillagászat oktatásához készített segédanyag ismertetése. Csillagászati évkönyv ismertetése
17. *Dankó Sándor*: A Magyar AmatőrCsillagászati Társaság tervezett tevékenysége

Délután fórum kezdődött a szakközépiskolákban és a szakmunkásképző intézetekben tanító tanárok számára. Az előcsarnokban elhelyezett Fórum-ládába a kollégák előzetesen bedobhatták az oktató munkával kapcsolatos kérdéseiket. Az ankét rendezője kérte, hogy a résztvevők tegyenek javaslatot a jövő évi ankét témájára, illetve az ankét jelenlegi formájának esetleges megváltoztatására. — A Fórumot *Jurisits József* vezette. A beérkezett kérdések nagy része az újonnan bevezetett kötelező fizika érettségire vonatkozott. *Balogh Lászlóné* válaszában elmondotta, hogy azért volt szükséges a szakközépiskolákban a fizikát kötelező érettségi tárggyá tenni, hogy a szakközépiskolákban végzett tanulók az egyetemekre-főiskolákra való jelentkezésükkor versenyképesek legyenek a gimnáziumokban érettségizettekkel. A kötelező érettségivel egyidejűleg megszűnik annak a lehetősége, hogy a felvételi vizsgán a fizikát szakmai tárggyal helyettesíteni lehessen. A felvételizők számára a központi feladatsor megírása lesz kötelező, a többiek választhatnak a szóbeli vagy írásbeli érettségi között. A „házi” érettségi írásbeli feladatait valószínűleg a szakközépiskolai feladatgyűjteményből (zöld könyv) jelölik ki. A fizikából nem felvételizők számára a szóbeli érettségire a 25 témakört az iskolai munkaközösség választhatja ki. — Az új tankönyvekre vonatkozó kérdésekre közölték, hogy a fizikaigényes szakmák részére az új II. osztályos tankönyv legkorábban az 1988/89-es tanévre készül el, addig a régit kell használni. Hasonlóan későbbre várható az új III. és IV. osztályos tankönyv is. Helyettük egyelőre az egészségügyi szakközépiskolák jelenlegi tankönyveiből kell tanítani. — Felszólalás hangzott el a Tehetségkutató Országos Verseny feladatainak irreálisan magas követelményeiről, valamint arról, hogy olyan ismerete-

ket is számon kértek, amit a szakközépiskola I., illetve II. osztályában a verseny időpontjáig még nem tanítottak.

A szakközépiskola-szaktanulmányozó Fórum ideje alatt a gimnáziumokban tanító kollégák választhattak, hogy a Technika Házában az útkutatásról szóló filmvetítést tekintik-e meg, vagy autóbuszos kirándulás keretében el látogatnak a szennai falumúzeumba, valamint a kaposvári Rippl-Rónai József Emlékmúzeumba. A fórum után megkezdődtek a műhelyfoglalkozások.

Este a kaposvári Csiky Gergely Színház művészei adták elő — kizárólag az ankét résztvevői számára — Jules Romain KNOCK című kétfelvonásos vígjátékát. Az előadást a Latinka Sándor Művelődési Házban tartották, mivel a színházépületben felújítási munkákat végeztek. A színvonalas, sok díszlettel, kellékekkel megrendezett előadást a hálás közönség hosszantartó tapsal jutalmazta.

Április 7-én, az ankét második napján Szerdi János elnökölt. A programban meghirdetett és nagy érdeklődéssel várt első előadás elmaradt, mert az előadó Archie Roy, a skóciai Glasgow-i egyetem tanára sajnos nem érkezett meg. Helyette Marx György tartott előadást „Hogyan válaszoljunk a diákoknak a „Nagy Bumm”-al kapcsolatos kérdéseikre?” címmel. Ez az előadás eredetileg műhelyfoglalkozás keretében hangzott volna el, de olyan nagyszámú érdeklődő jelentette be részvételét, hogy a foglalkozásra kijelölt terembe nem fértek volna be. Az e címmel meghirdetett műhelyfoglalkozást ugyanezen a napon délután, az előzetesen kijelölt helyen és időben szintén megtartották, de ott már csak a hallgatóság köréből feltett kérdések megválaszolására került sor.

Ezt követően Szécsényi-Nagy Gábor tartotta meg „A csillagászati távcsövek és mérőeszközök” című előadását. Az előadás színes diaképek vetítéséből és a hozzájuk fűzött magyarázó szövegből állt. A képek különböző tükrös és lencsés távcsöveket, valamint azok tartozékait ábrázolták. Láttunk néhány szép felvételt a csillagos ég egyes objektumairól is.

Balázs Lajos „Az új csillagászat (a légkörön túli megfigyelések eredményei)” című előadásában főként a mesterséges holdak által készített űrfelvételek révén szerzett ismereteinkről beszélt. Elmondotta, hogy ugyanarról az objektumról a különböző színű szűrőkkel, a látható fénytartományban, az infravörösben vagy röntgenfényvel készített felvételek más-más információkat adnak. Az előadó szép színes diaképeket vetített a Földről, a csillagképekről, a csillagködökről, a Tejút különböző térségeiről.

A második nap délelőttjének utolsó előadását Lukács Béla tartotta „A felújító világegyetem” címmel. A Világegyetem tágul, de a gravitáció miatt egyre lassuló ütemben. A tágulás okát az általános relativitáselmélet csak részben tudja megmagyarázni. E tágulásnak feltehetően két szakasza volt. Az első szakaszban a tágulás gyorsabb volt, ehhez negatív nyomás tartozott, és a folyamat energiát termelt. Ez volt az inflációs szakasz. A második részben a tágulás lelassult, a nyomás pozitívvá vált, és ezzel a folyamat energiafogyasztó lett.

Az elhangzott négy előadást követően még ebéd előtt került sor az ELFT Oktatási Szakcsoportjának beszámolójára. Boros Dezső bejelentette, hogy Arany Tóth László egyéb elfoglaltságai miatt lemondott a társulatban viselt tisztségéről, helyette Vantsó Erzsébetet választották meg. Beszélt arról, hogy a társulat ítéli oda a Mikola-díjat, és előterjesztést tehet a Kiváló Munkáért kitüntetésre is, de sajnos a tagságtól e díjak odaítéléséhez kevés javaslat érkezik. Megköszönte Kaposvár városának, hogy elvállalta az ankét megrendezését. Kérte a résztvevők javaslatait a következő ankétok esetleges szervezeti változ-

tatásait illetően. Elmondta, hogy a Horizont című kiadvány megjelentetésével problémák adódtak. Lehetséges, hogy a kaposvári ankét előadásait a Fizikai Szemlében, a műhelyfoglalkozások anyagát és a kísérletek leírását pedig A Fizika Tanításában fogják folyamatosan közölni.

Vantsó Erzsébet elmondotta, hogy talán azért csökkent az ankét látogatottsága, mert magas a részvétel költsége. Ismertette, hogy ez a költség mikből tevődik össze, és ígérte, hogy megpróbálják csökkenteni. Részletesen szólt a társulat külkapcsolatairól. A társulat rendszeresen lát vendégül különböző rendezvényein külföldieket, így lehetőség van arra, hogy — megfelelő nyelvtudás esetén — társulati tagok is eljuthassanak ezen országok hasonló rendezvényeire.

Az eszközkiállítás iránt érdeklődők a következő berendezéseket láthatták:

I. Fizikai demonstrációs eszközök

1. Kocsis Vilmos: Elektromos demonstrációs eszközök
2. Márki-Zay János: Anyagszerkezeti demonstrációs eszközkészlet; diaképek
3. Molnár László: Egy csillagászati jelenség bemutatására való eszköz; geometriai optikai kísérletek
4. Szabó Gábor: Pleximodellel, hangos diasorozattal, videofilmel komplex szemléltetés a csillagászat oktatásához
5. Mészáros Sándor: Téremissziós mikroszkóp

II. Számítógépes kísérletek, szimulációk

1. Bodrogi György—Szabó János: Analóg és digitális mérések számítógéppel; csillagászati témájú videofilm
2. Kertész Béla—Alföldi Attila: Szemléltető és szimulációs számítógépprogramok
3. Koczkané Szécsi Zsuzsanna—Horti Gábor: Számítógépes programok C—64-re: két test—három test probléma; ciklotron modellezése; gázmodell
4. Vámos István: HT 1080Z-hez valamint ZY Spectrumhoz illeszthető interface-ek feszültség, hőmérséklet, pH-méréshez

III. Vállalatok, gazdasági munkaközösségek kiállításai

1. TANÉRT: Új fejlesztésű oktatási eszközök
2. Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum: Csillagászati muzeális taneszközök
3. LÉZELEKTRO: 2mW, 5mW és 25mW teljesítményű lézerek
4. TEXO: Elektronikai műszerek
5. TUNGSRAM
6. Szombathelyi Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola

Ugyanezen a délutánon a gimnáziumban tanító tanárok számára Fórumot tartottak. A többi kollégák, az előző napi programnak megfelelően vagy filmvetítésre mehettek a Technika Házába, vagy autóbusszal látogatást tehettek a szennai falumúzeumban. Mivel 16.00-kor már megkezdődtek a műhelyfoglalkozások, a Róma-villa meglátogatása a társaság egyik részének kívánságára, másik részének sajnálatára — elmaradt.

A gimnáziumi tanárok fórumát Nagy Mihály vezette. Honyek Gyula, az ELTE Ságvári Endre Gyakorló Iskolájának tanára kért szót, és bejelentette, hogy Kovács István egyetemi tanár, az ELTE Általános Fizikai Tanszékének vezetője alkotószervezőként, együttműködve a három budapesti gyakorló gimnázium két-két tanárával új fizika tankönyvsorozatot ír, mely a NOVOTRADE kiadásában jelenik meg. Az új fizikakönyvek oktatási segédletként használhatók, számítógépes programokat is tartalmaznak, áruk darabonként 149,-Ft lesz.

Kérdésre válaszolva, Losonczy Györgyné — a Tankönyvkiadó főszerkesztő-helyettese elmondta, hogy a korrekciós tankönyvek első két kötete előre láthatólag 1989-ben jelenik meg, másik kettő pedig a következő évben. Ez év szeptemberére megjelenik a párhuzamos tankönyv III. és IV. kötete. 1988-ban ismét jelenik meg feladatgyűjtemény, 1989-ben olyan is, amely a megoldásokat

is tartalmazza. 1990-ben egy kétkötetes fizikai praktikum (kísérletgyűjtemény) jelenik meg.

Kérdés hangzott el arra vonatkozóan, hogy lesz-e olyan bázis, ahonnan számítógépes programokat, illetve videokazettákat lehet kölcsönözni?

Válasz: egyelőre nincs ilyen, mert nincsenek erre érvényes jogszabályok. Az ELTE átmásolta videóra saját hurokfilmjeit, ezek kazettánként 400 Ft-ért lemásolhatók az iskolák részére.

Mivel az alternatív tankönyvek nagyon különbözőek, ezért a központi érettségi írásbeli anyagát a felvételi vizsgák tájékoztató tematikája szerint állították össze.

A Háttér c. folyóirat szerkesztőségének megbízásából ismételten a fizikatanárok figyelmébe ajánlották ezt a kiadványt.

A fórumot követően folytatódott a már előző nap délutánján elkezdődött műhelyfoglalkozások.

Vacsora után ismét két programot hirdettek párhuzamosan: távcsöves megfigyelést a kaposvári TIT Csillagászati Egyesületében és zenés-táncos szórakozással egybekötött baráti összejevetelt a Dorottya Szállóban. A csillagászati megfigyelésre igyekvőket, három egymást követő időpontban autóbusszal szállította volna a városnak a szállástól elég távol eső helyére. Az első járatot azonban nem követte a másik kettő. A kényszerűen itthon maradt kollégák számára a szállás épülete előtt állítottak fel egy kisebb távcsövet.

Április 8-án az ankét utolsó napján *Vermes Miklós* elnökölt. *Szegő Károly* „A Vega program, fizikai kutatások a Naprendszerben” című előadásában a bolygóközi plazma tulajdonságairól és anyagi összetételéről beszélt. Diaképeket vetített a Vénusz-szondáról és a Halley-üstökösről.

Az ankét utolsó előadását *Almár Iván* tartotta „Napjaink asztronautikája” címmel. A műholdak ma már sokféle feladat végrehajtására felhasználhatók. A hírközlő holdak kapcsolatot tarthatnak repülőkkal, hajókkal, autókkal; segíthetik a repülőgépek navigálását, végezhetnek mentőszolgálatot. A meteorológiai holdak feltérképezhetik pl. a ciklonokat. Más holdak a Föld megfigyelését végzik. Különböző színszűrőkkel fényképezve geológiai, térképészeti stb. információkat adhatnak. Az előadó sok szép, a Földről készült színes dia úrfelvételt mutatott. Szólt arról is, hogy az űrben termelés is folyhat, pl. kristálynövesztés. Itt ugyanis nem lépnek fel a gravitáció okozta zavaró hatások. Egyre nagyobb űrlaboratóriumok épülnek, melyeket az űrben szerelnek össze. — Az előadás után a hallgatóság kérdéseket tett fel.

Az ankét előadássorozatának végeztével megkezdődött az ünnepélyes díjkiosztás. A hagyományoknak megfelelően elsőként *Vermes Miklós* adta át az ez évi Mikola-díjat

*Maser Jenő*nek — Sopron és
*Szerdy János*nak — Püspökladány.

Ezt követően *Vig István* adta át a Kiváló Munkáért kitüntetést

*Szabó János*nak — Békéscsaba.

Az eszközkiállítást *Radnai Gyula* értékelte. Elmondotta, hogy a kiállítók száma sajnos kevesebb volt, mint az elmúlt években. A kiállított anyag viszont színvonalas volt és bőséges. Bejelentette, hogy jövőre külön fogják elbírálni a díjtalanul, illetve a pénzért lemásolható számítógépes anyagokat. Köszönetet mondott a pénz- és tárgyjutalmakat felajánló vállalatoknak és intézményeknek.

Pénzjutalmat ajánlottak fel a MOM, a MŰFI, az OOK, a TUNGSRAM, a TANÉRT, a Kaposvári Városi Tanács és a Somogy Megyei Tanács. Tárgyjutalmakat ajánlottak fel a TUNGSRAM, a REMIX és a TEXO.

I. díjat kaptak:

Kertész Béla tanár és *Alföldi Attila* tanuló, Debrecen;
Kocsis Vilmos, Szeged + TEXO tárgyjutalom

II. díjat kaptak:

Szabó Gábor, Budapest
Koczkané Szécsi Zsuzsa tanár és *Horti Gábor* tanuló, Jászberény
Bodrogi György—*Szabó János*, Nagykáta

III. díjat kapott:

Molnár László, Szombathely + TUNGSRAM és REMIX tárgyjutalom

Dicsérő oklevelet kaptak:

Mészáros Sándor, Budapest

Márki-Zay János, Hódmezővásárhely + TUNGSRAM tárgyjutalom

Vámos István, Budapest + REMIX tárgyjutalom

Külön jutalmat kapott *Csekő Árpád* a taneszköz-történeti kiállítás gondozásáért.

Emléklapot kaptak a kiállító vállalatok és intézmények:

TUNGSRAM, TANÉRT, TEXO, LESELEKTRO, Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum, Szombathelyi Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola

A műhelyfoglalkozásokat *Zentai Magda* értékelte. A 17 műhely közül 11 foglalkozott csillagászati témával. A műhelyvezetők között 7 volt középiskolai tanár, ezen belül 5-en választottak csillagászati témát. A műhelyek látogatottsága csökkent az elmúlt évekhez képest. Mindössze 5 műhely résztvevőinek száma haladta meg a 20 főt. A műhelyek elbírálásánál figyelembe vették a téma újszerűségét, a középiskolában való hasznosíthatóságát, szemléletességet, a résztvevők bekapcsolódásának lehetőségét, a közönség szavazatait. A műhelyek egy része nem volt igazán műhely jellegű. Volt közöttük reklámra való törekvés és kiselőadás is. A jövőben ez utóbbiaknak is teret kívánnak adni, de nem lesznek együtt értékelhetőek a többi műhellyel.

A legnépszerűbb *Marx György* műhelye volt, amiből végül is előadás lett, és egy azt követő beszélgetés. Ez a műhely nem volt a többivel összemérhető.

Különösen értékes volt *Szatmáry Károly* műhelye, aki témájához irodalomjegyzéket is adott.

A bíráló bizottság díját kapták:

Szatmáry Károly, Szeged
Görbe László, Budapest
Molnár Miklós, Szeged

A közönség díját kapták:

Zombori Ottó, Budapest
Papp Györgyné—*Horváth Zsolt*, Szeged
Kertész Béla—*Alföldi Attila*, Debrecen +
REMIK tárgyjutalom

Külön köszönet illeti a szegedi egyetem oktatóit, akik évek óta rendszeresen segítik a középiskolai oktatást.

Az ankét zárszavát Somogy megye képviselőjében *Soós Dezső* mondta el. Az előadások a csillagászat hasznosságát bizonyították. A kiállítások és a műhelyek anyagában a korszerűség tükröződött. Kívánja, hogy a résztvevők gazdag tapasztalatokkal térjenek haza.

Boros Dezső köszönetet mondott mindazoknak a helyi és országos intézményeknek, szervezeteknek, egyéneknek, akik az ankét megszervezésében és lebonyolításában részt vettek. Két helybeli kolléganőnek, *Horváth Irmának* és *Lichtenbergerné Gajdos Katalinnak* segítő közreműködésükért egy-egy csokor virágot nyújtott át.

Jutalmat kaptak:

Cselik Mária, Kaposvár
Molnár Péter, Budapest
Ludmány András, Debrecen
Tóth Eszter, Budapest + REMIX
tárgyjutalom

Csekő Árpád, Budapest

Dicséretet kaptak:

Csákány Antalné, Budapest
Weinrich Ida, Budapest
Dankó Sándor, Szolnok

A mechanika tradicionális sztatikai felépítésének bírálata II.

III. 9. A kölcsönhatás törvénye (tankönyvi lecke)

Az erőhatások kvalitatív szimmetriájának kimondása után a mennyiségi szimmetriát rögzíti: *Az előbbi kísérlet (két dinamométer húzza egymást) és más tapasztalatok szerint: A testek kölcsönös egymásra hatása alkalmával mindig együttesen fellépő erő és ellenerő egyenlő nagyságú, közös hatásvonalú és ellentétes értelmű. Ez a kölcsönhatás törvénye (Newton harmadik törvénye).* [7: 42] A dinamométerek itt valóban az egymásra kifejtett erőket mutatják, s így az általuk mutatott érték valóban kapcsolatba hozható a harmadik törvénnyel. Maga a kísérlet azonban mégsem alkalmas a harmadik törvény fogalmi alapjaként vagy kísérleti bizonyítékaként. Ennek két oka van. Az első, hogy az egyensúlyi állapothoz tartozó rugalmas deformáció alkalmatlan az erő fogalmi alapjaként (vö. III. 7. és III. 18.), s így ez a kísérlet sem mutathatja a harmadik törvény lényegét (ti. az erőtvörvények II. 2/1-ben megfogalmazott szimmetriáját). Lévéen a harmadik törvény a másodikhoz hasonlóan kerettörvény — amelyet az erőtvörvények töltenek meg tartalommal —, állítását eleve nem is lehet valamiféle mérőkísérlettel bizonyítani vagy cáfolni [25]. Maga a kiindulás hibás tehát: a törvény tanításakor nem az állítást igazoló mérőkísérlet bemutatására kell törekedni (hiszen ilyen az állítás jellegéből adódóan nem is létezhet), hanem a törvény fogalmi alapjának a tudatosítását kellene elérni, ami pedig nem más, mint az impulzusmegmaradás (vö. III. 20.). Ennek ismeretében persze már lehet perdöntő kísérlettel vizsgálni, hogy az impulzusmegmaradás valamely erőtvörvény alapjául szolgáló jelenségben is teljesül-e. A második ok szorosan kapcsolódik az elsőhöz: ez a kísérlet nem bizonyítja a harmadik törvényt. Ha a dinamométerek által mutatott értékek szisztematikusan különböznenek, ebből nem a harmadik törvény sérülésére, hanem a dinamométerek hitelesítésének hibájára (vagyis a csavarrugó erőtvörvényének hibás megállapítására) kellene következtetünk. Éppen ebből látszik az is, hogy végül is mire alkalmas ez a két dinamométeres kísérlet: mutatja, hogy a csavarrugó $\vec{F} = -D\vec{\Delta l}$ alakban megállapított erőtvörvénye valóban szimmetrikus, azaz megerősíti, hogy ez az erőtvörvény kielégíti az impulzusmegmaradás által rá kiszabott feltételt. Ebből a szempontból a kísérlet valóban tanulságos lehetne, ha már rendelkezésre állna az impulzusmegmaradás törvénye és az erőtvörvény-fogalom. A tankönyvi beállításban azonban ez a kísérlet csak tovább erősíti az a képet, hogy a bal oldali dinamométer által kifejtett erő a jobb oldalt deformálja, s ennek alapján a jobb oldali rögtön meg is méri a bal oldali által rá kifejtett erőt, és viszont. Ezzel még távolabb kerülünk az erőtvörvények newtoni értelmezésétől s végül is az egész newtoni mechanikától.

A tankönyv a kísérletből kiolvasni véli a hatásvonalak egybeesését is. Ez nem egyéb, mint a kísérlet bizonyító erejének aláásása, üres verbalizmusra való nevelés. Mert a hatásvonalak egybeesése a testek pontszerű érintkezésénél fellépő erők esetében az ellentétes vektorúság logikai következménye, nem koncentrált erőkre viszont nemcsak hogy ez a kísérlet nem mond semmit, de a

tanulók elképzelni sem tudhatják, miképpen lehetne tudomást szerezni arról, ha a hatásvonalak nem esnének egybe: forgatónyomatékról, forgásról még nem volt és nem is lehetett szó! (Ennek megfelelően persze azt sem tudhatják elképzelni, hogyan lehet egyáltalán nem koncentrált erőhöz hatásvonalat értelmezni.) Egyébként is megfontolandó, célszerű-e az erőhatások centrálisságát mint a Newton-törvényektől idegen elemet a felépítésbe belevinni, vagy inkább — ha már úgyis valami újat kell a Newton-törvényekhez tenni — a sokkal átfogóbb érvényű, de a mechanikán belül azonos funkciót betöltő impulzusmomentum-megmaradást célszerűbb-e választani. (Különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a belső erők centrálissága a mechanikán belül sem mindig teljesül.)

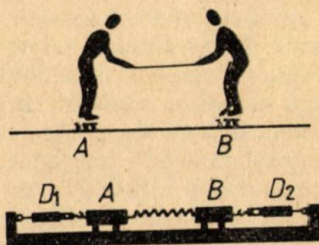
Figyelemre méltó, hogy az idézett tankönyv a harmadik törvény kísérleti igazolásaként egyetlen elrendezésre támaszkodik csupán. Eerre bizonyára a korábbi tankönyvekkel szerzett oktatási tapasztalatok kényszerítették, mert ezek még sokkal bővebb kísérleti megalapozással próbálkoztak [6: 40]: *Húzza a görkorcsolyán álló A tanulót — zsinór közvetítésével — a B tanuló maga felé.*

A fellépő ellenerő következtében B is elmozdul A felé.

— Jelképezze az egyik tanulót az *A* kocsi, a másikat a *B* kocsi, és az *A* által kifejtett izomerőt a két kocsi között kifeszített rugóban ébredő rugalmassági erő.

a) Melyik erőt méri a D_1 , és melyiket a D_2 dinamométer?

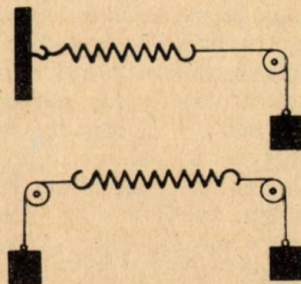
b) Mekkora a dinamométerek által jelzett erők nagysága; milyen irányúak ezek az erők; mit mondhatunk az értelmükre vonatkozóan?



További példa:

(Ugyanaz, mint ami az eddigi idézet folytatásaként szerepel, de most egy másik felépítésből idézve, mert ott [5: 15] a „következtetés” is szerepel, amit a későbbi változat már biztonságosabbnak látott elhagyni, pontosabban egyszerűen a tanulókra bízni.)

— *Vízszintes rugó egyik végét kössük állványhoz, a másik végére csigán átvetett kötél közvetítésével akasszunk súlyt (ábra). Mérjük meg a rugó megnyúlását. Majd akasszuk le a rugót az állványról, és erre a végére is függesztünk a másikkal egyenlő súlyt. A megnyúlás most is ugyanakkora. Ebből következik, hogy amekkora erővel húzza az első esetben a súly a rugót keresztül az állványt, ugyanakkora, de ellentétes irányú egy egyenesbe eső erővel (ellenerővel) húzza az állvány a rugót és a súlyt.*



Nos így lehet egy lényegében igen egyszerű állítást éppen a tapasztalati alapok bemutatása ürügyén szövevényessé, érthetlenné tenni. (Persze csak akkor, ha azt, ami előtt ott áll, hogy „ebből következik”, valóban megpróbáljuk az előzményekkel logikai kapcsolatba állítani!) Ezek a „kísérletelemzések” elrettentő példaként mutatják, milyen mérényletekre képes a gondolkodni, érteni vágyó elme ellen a működésképtelen fogalomrendszer minden áron való erőltetése, a vakbuzgó igyekezet, amely a hibás fogalmakat szeretné a ténylegesen tapasztalható jelenségekkel kapcsolatba hozni. Pedig ezek a kísérletek a statikai fogalomrendszert komolyan véve hibátlanok:

Az első kísérletben a D_1 dinamométer nyilván a B tanuló által kifejtett (akció) erőt méri — amely a B kocsiból kiindulva a középső rugón keresztül áramlik az A kocsi (majd az A kocsin keresztül tovább D_1 -be (?), esetleg azon keresztül a rögzítésbe?) —, D_2 pedig a B tanuló akció ereje által ébresztett reakcióerőt — ami az A kocsiból kiindulva ugyancsak a rugón keresztül áramlik a B -hez (majd azon át tovább D_2 -be?). És lám, a két dinamométer valóban mutatja a levonandó következtetést: a rájuk ható (vagy inkább feléjük áramló) erők egyenlő nagyságúak és ellentétes értelműek. Sőt még közös hatásvonalúak is, igaz, nem a harmadik törvény következtében, hanem a kísérleti elrendezés miatt. Baj tehát ezúttal nem a fogalomépítés következetlenségével van, sokkal inkább azzal, hogy mit fog majd mondani a tanuló például a gyorsuló lift padlója által a rajta álló emberre és az ember által a padlóra kifejtett erőről, ha Newton harmadik törvényeként ezt értette meg.

Az erő a második „kísérletértelmezésben” is úgy szerepel, mint valamiféle megmaradó mennyiség árama, amely az állványból kiindulva a súly felé, illetve a súly felől az állvány felé haladtában átfolyik a mérőeszközön (a rugón). A gondolatmenet azonban itt még összetettebb: A minden alap nélkül bevezetett, hibás tételek teljes fegyvertárát latba kell vetni a kívánt eredmény elérése érdekében: az előbbieken túl per axióma tudomásul kell venni, hogy a csiga az erőt a fonálhoz hasonlóan közvetíti a kölcsönható testek egyikétől a másik felé, de úgy, hogy közben a hatásvonalát elfordítja. (Persze ezt olyan magától értetődő tényként, ami a szövegben említést sem érdemel.) A kísérletértelmezés kiinduló pontja, hogy a teher súlya a „csigán és a fonálon keresztül” a másik oldali teherre, illetve állványra hat. Amikor mindkét oldalon egyforma teher lóg, lévén ezek súlya az egyformaság miatt egyenlő, magától értetődőnek tekinti, hogy egyenlő nagyságú erőt fejtenek ki egymásra, azaz, hogy erre az elrendezésre a harmadik törvény eleve teljesül. Az egyik teher állványra való lecserélése után a rugó leolvassa, hogy az állvány és a teher ugyanakkora erőt „küld egymásnak”, mint korábban az egyforma terhek tették. Ebből persze csak annyi következik, hogy ha a nyilvánvalónak látszó első esetben teljesül a harmadik törvény, akkor teljesül a kevésbé nyilvánvalónak látszó második esetben is. Mármint a nagyságokra vonatkozó állítás. Mert az irányokkal bizony komoly baj van! Éppen a bizonyítás alapjából — ti. az egyforma terhek súlyának egyenlőségéből — adódik, hogy az erő-ellenerő párt alkotni hivatott súlyerők azonos irányúak. Igaz, ezt a két csiga összesen 180° -kal „elfordítja”, de mindkettőt, így újra csak azonos irányúak lesznek. Nem jobb a helyzet akkor sem, ha közvetlenül az „erőáram”-kép alapján próbáljuk értelmezni az irányokat: Például az állvány által a teherre kifejtett erő vízszintes, amikor az állványtól elindul, de már függőleges, amikor a teherhez megérkezik, a teher által az állványra kifejtett erő viszont függőleges helyzetben indul, és vízszintes helyzetűként éri el az állványt. Még „szerencse”, hogy a korábbiakban nem került sor az erő irányának semmiféle definiálására, így legalább azzal nem kerülhet ellentmondásba a kísérlet „tanulsága”!

Tartalmát tekintve ugyan nem ide tartozik, az előbbi elemzések által teremtetett szomorú aktualitásként mégis ide kívánczok a megjegyzés: a statikai felépítés és egyáltalán a tradicionális tankönyvek tárgyalási módja mellett legfőbb érvként — a szaktárgyi elemzésekkel szemben is! — a könnyű taníthatóságot, érthetőséget szokták felhozni. S valóban, a második kísérlet például valamilyen szempont szerint nagyon beválhatott, mert 1945-től 1972-ig változatlan formában öröklődött tankönyvről tankönyvre!

III. 10. Pontszerű testre ható síkbeli erők összetevése; az erők felbontása (tankönyvi lecke)

A tankönyvi lecke rögtön két új fogalom bevezetésével kezdődik:

A gyakorlatban a testre, technikai szerkezetekre általában egyidejűleg több erőből álló erőrendszer hat. Az erőrendszert alkotó erők, az ún. összetevő — vagy komponens — erők. Az erőrendszer hatásának megállapítására célszerű az eredeti erőrendszert olyan erővel helyettesíteni, amely hatását tekintve az eredetivel megegyezik. Több erőnek egyetlen erővel való helyettesítését erők összetevésének, a helyettesítő erőt pedig eredőnek nevezzük. [7: 43—44]

Úgy tűnik, mire idáig érünk tanár és tanuló már hatásosan immunizálva van mindenfajta megértésre való törekvés ellen. Mi mással lenne magyarázható, hogy 10 éven át minden iskola könnyen taníthatónak tartotta ezt: *Az erőrendszer hatásának megállapítására célszerű az eredeti erőrendszert olyan erővel helyettesíteni, amely hatását tekintve az eredetivel megegyezik.* Ennek a teljesen értelmetlen, értelmezhetetlen problémaindításnak a feladata feltehetően a figyelem elterelése arról, hogy a tankönyv fogalomrendszerében nincs olyan szempont, amely szerint két erőazonos vagy különböző hatásának lehetne mondani: gyorsítóhatásról még nem volt szó, a deformáció viszont a test pontszerűsége miatt nehézkesen értelmezhető. (Ha pedig a pontszerűséget nem kell komolyan venni — csak úgy mondtuk —, akkor a forgatóhatásról is mondani kellene valamit, dehát a forgatónyomaték értelmezésétől még nagyon messze vagyunk.) Fizikai törvényekre való támaszkodás helyett itt is a szokásos úton oldja meg a problémát: a pontszerű testre ható erő a „hatását” egy másik test deformálásával feje ki. Lássunk is mindjárt példát: *Mérjétek meg levélmérlegen egyenként különböző nagyságú csavaranyák tömegét, állapítsátok meg ezen csavaranyák súlyát, majd cérnaszálak segítségével függesszétek a csavaranyákat egymás alá a dinamométerre. Állapítsátok meg, mekkora az együttes súlyuk, és írjátok le, hogy milyen erőköt összegeztetek!* [7: 44] Az alsó csavar súlya tehát a fonálon, s a többi csavaron keresztül a dinamométerhez „vándorol”, hogy a felsőbb csavarok ugyancsak oda „befutó” súlyaival együtt fejthesse ki „hatását” (a dinamométer rugójának megnyújtását).

A pontszerű testre ható erők összetevését három esetre bontva tárgyalja: *Közös hatásvonalú, egyező értelmű erők összetevése; közös hatásvonalú, ellentétes értelmű erők összetevése; szöget bezáró hatásvonalú erők összetevése.* Már az is érthetetlen, miért beszél összegzés helyett „összetevésről” (ha itt összegzést mondana, legalább sejteni lehetne, hogy a merev testre ható erők „összetevésénél” másról van szó), az viszont végképpen megmagyarázhatatlan, miért kell ezt az erők egymáshoz viszonyított iránya szerint három alesetre bontva tárgyalni.

Az ellentétes értelmű erők „összetevése” kapcsán definiálja az egyensúlyt: *Közös hatásvonalú, ellentétes értelmű erők összetevésekor előfordulhat, hogy az eredő zérus. Ebben az esetben azt mondjuk, hogy a pontszerű test egyensúlyban van, de azt is mondhatjuk, hogy a testre ható erők egyensúlyban vannak (egyensúlyi erőrendszer).* [7:47] Igen célszerűtlen definíció! Így végleg elveszik az ok-okozat-kapcsolat tisztázásának utólagos lehetősége is: az egyensúlynak nem lehet feltétele, csak egzisztenciája. Egyelőre azonban nagyobb baj, hogy itt újabb ugrás következik be az erőfogalom használatában: eddig az erő „hatása” az volt, hogy deformálta a testet, amelyre hatott (vagy azon keresztül egy másikat), innentől kezdve indoklás vagy bármiféle említés nélkül, magától értetődő természetességgel az, hogy egyensúlyt létesítsen. A „szöget bezáró erők összetevése” már ez alapján nyert „magyarázatot”, méghozzá „kísérleti” alapon:..

Mutassátok ki, hogy az F_1 és F_2 erők közös támadási pontjából kiinduló átló hossza megfelel a két erővel egyensúlyt tartó erő nagyságának [7:48] Újabb logikai bukfenec: A tankönyvi definíció szerint az egyensúly azt jelenti, hogy az erők összetevésekor kapott eredmény nulla. **Ennek alapján a tanuló nem tudhatja** eldönteni, hogy a gumiszálak által háromfelé húzott karika egyensúlyban van-e (hiszen nem tudja, hogy az eredő erő nulla-e, éppen most fogja tanulni, hogyan kell „összetenni” az ilyen erőket)! Vagy itt mégis arra kell inkább gondolnia, hogy ha nem mozog a karika, nyilván egyensúlyban van? Az előző oldalon (!) szereplő definíció ellenére is?!

Az erők „összetevése” után mint inverz feladatot az erők felbontását — komponensekre bontását — tárgyalja. Ezen, erőösszegre való tagolást ért (kontravariáns komponens). Újabb igen célszerűtlen definíció: így nem marad rövid megnevezés az erő valamely egyenesre vonatkozó vetületére (kovariáns komponens), aminek használata nélkül mechanikai feladatokat csak igen nehézkesen lehet megoldani. (Mert nem lehet például azt mondani, hogy a lejtőn lecsúszó test gyorsulásának függőleges komponense szorozva a test tömegével egyenlő a testre ható erők függőleges komponenseinek összegével. Ez ugyanis a kontravariáns komponensekre általában nem igaz!) A komponens szó kontravariáns jelentésében való lekötése csupán célszerűtlen, az azonban ahogyan és amire helyenként használja szaktárgyi szempontból kifejezetten hibás: *Vízszintes versenypálya salakját $G=30$ kp súlyú kézhengerrel hengerelik. A henger rúdja a vízszintessel 45° -os szöget zár be, és a rúd irányába ható erő húzáskor $F=10$ kp, a henger tolásakor 15 kp. Számítással és szerkesztéssel állapítsátok meg: a/ mekkora erő mozgatja a hengert, b/ mekkora erővel terheli a henger a talajt, ha „húzzák”, és mekkorával, ha „tolják”? [7: 54:6/20 feladat]* **Az a/ kérdés értelmetlen.** Értelmes kérdés lenne például, hogy mennyi a hengerre ható eredő erő. Válaszolni is tudnánk rá, ha tudnánk, hogy a henger hogyan mozog, és ismernénk a dinamika alaptörvényét, avagy ha a tankönyvi definíció értelmében a feladat egyszerűen közölné, hogy a henger egyensúlyban van. **Ha** az erőkomponenst kovariáns értelemben definiálta volna, azt is lehetett volna kérdezni, mennyi a húzóerő vízszintes, függőleges stb. komponense. A „mekkora erő mozgatja a hengert?” kérdésre viszont egyszerűen nem lehet válaszolni (mert bizonyos szempontból majdnem minden válasz jó, más szempontból ugyanaz rossz)! A b/ kérdés sem egyértelmű: a szövegből és az eddigi szóhasználatból nem derül ki, hogy a henger által a talajra kifejtett erő nagyságát, vagy függőleges komponensét kérdezi-e (természetesen kovariáns értelemben). A kettő nem ugyanaz! Megválaszolni azonban ezeket is csak a henger mozgásának ismeretében, a dinamika alaptörvénye alapján lehetne! Egyedül a helyesként közölt megoldásból való visszakövetkeztetés árulhatja el, miképpen kell az „ilyen típusú” feladatot megoldani: a rúdra ható erőt függőleges és vízszintes összeadandókra kell bontani, majd a függőleges összeadandót a henger súlyával „összetenni”. Ez az az erő, ami a talajra hat, míg a vízszintes összeadandó feltehetően a hengerre, hiszen azt „mozgatja”. Az erők egyik testből a másikba való „átfolytatásának” újabb, kiterjesztett változatával állunk tehát szemben: a rúdra ható erőnek csupán egyik (kontravariáns) komponense folyik át a hengeren keresztül a talajba, a másik a hengerben marad. Ez az új ismeret számos további feladatban megerősítést, besúlykolást nyer, alapvető munkamódszerré válik. [7:54: 6/22, 63:2. mintafeladat (itt a megoldást is bemutatja), 65: 7/13, 65: 7/14 stb.]

III. 11. Merev testre ható síkbeli erők összetevése

(tankönyvi lecke)

Ebben a témakörben az eredő új tartalmat nyer: olyan koncentrált erőt ért alatta, amelynek vektora az összeadandó erők összege, támadáspontja pedig úgy van értelmezve, hogy az összegerő forgatónyomatéka egyenlő legyen az összeadandó erők forgatónyomatékainak összegével. Ezt az átértelmezést azonban az olvasónak nem árulja el. (Nem is teheti, hiszen forgatónyomatékról még nem volt szó!) Így aztán marad a korábbi zavaros fogalmakkal operáló definíció: eredő erő az, aminek a hatása az összetevő erők hatásával azonos. (Az adott helyen tisztázhatatlan, hogy az erő miféle hatásáról beszél. Igaz nem is igyekszik tisztázni.)

Először a sztatikai fogalomrendszer legerősebb gyökeret vert tévtanát, az erő hatásvonala menti eltolhatóságát állapítja meg a szokásos „kísérletre” való hivatkozással bevezetve: *A kísérletek szerint a merev testre ható erő támadáspontja a testben az erő hatásvonalának bármelyik pontjába áthelyezhető anélkül, hogy az erő hatása megváltoznék.* [7:56] Nézzük először is a kísérleti alapot. Ez a pontszerű testnél is alkalmazott elrendezés: két dinamométer és egy gumiszál háromfelé húzza a testet. A tételhez a következő kérdésfelvetés útján jut:

... *Mi történik, ha az $\vec{F}_1$ vagy az $\vec{F}_2$ vagy mindkét erő támadáspontját a cérnaszál áthelyezésével a hatásvonal mentén megváltoztatjátok? Változik-e a két erő együttes hatása (az A gumiszál helyzete, megnyúlása, a merev test helyzete)?* [7:55] Ahhoz már hozzá kellett szoknunk, hogy a merev testre ható két dinamométer által kifejtett erők „hatásukat a merev testen keresztül a gumiszál megnyújtásával fejtik ki”. Van azonban új mozzanat is: az erők hatásai közé felsorakozott „a merev test helyzete” (ami a hiányzó forgatónyomatékot lenne hivatott pótolni). Ezzel az amúgy is meglehetősen diffúz erőfogalom tovább zilálódik.

Maga a tétel ebben a formában kimondva inkább káros, mint hasznos, mert két szempontból is erősebb megkötést tartalmaz, mint amennyi szaktárgyi alapja van (a kísérleti megalapozás már csak ezért sem vehető komolyan):

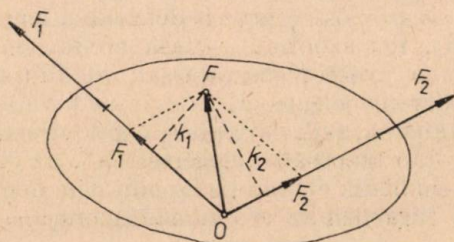
Először: A koncentrált erő támadáspontja **feltétel nélkül** áthelyezhető a hatásvonal más pontjába, minden olyan esetben, amikor az erő által létesített forgatónyomatékot akarjuk meghatározni (tehát nem merev test esetében is!). Egyébként is merev test mint olyan nem létezik, csak olyan, amelyiknek az alakja inkább, meg olyan, amelyiknek kevésbé változik ugyanolyan körülmények között. Ennek szellemében vajon a támadáspont áthelyezhetőségét is úgy kellene értenünk, hogy a merevebb testen jobban, a kevésbé merev testen kevésbé helyezhető át?

Másodszor: Az erő „csúsztatathatóságának” tétele végül is a merev testre ható „szöget bezáró” erők „összetevési” szabályába torkollik, amely szerint a merev testre ható erőket a támadáspont áthelyezésével kell „összetenni”. Ez nem lenne baj, ha az erők „összetevése” mellett az erők összegzése is definiálva lenne (ti. ez utóbbi jelentené a vektorösszeget). Így azonban — más eredő nem lévén — a dinamika alaptörvényébe is a „vektorcsúsztatással” előállított eredő kerül majd, ami eltorzítja a törvény jelentését, és számos további fogalmi zavar forrásává válik. (Azok a tanárok, akik a sztatikai fogalomrendszer törvényeit néhány éves gyakorlat során alaposan „megértették”, az élő kísérlet eredményét [11:95] egyszerűen nem hiszik el, ami pedig mutatja, hogy a test tömegközéppontjának gyorsulása **független** az erő támadáspontjának

helyétől — nemcsak a hatásvonal mentén eltolva. Inkább valamiféle „trükkre” gyanakszanak!)

Különösen kínossá válik az „erőcsúsztatásra” alapozott „összetevési” szabály keresése párhuzamos hatásvonalú erőknél. Pedig a dolog itt is rendkívül egyszerű, csakhát éppen a csúsztatási szabály helyett hasznosabb lenne, ha tudhatnánk, **milyen szempontból** kívánjuk helyettesíteni a két erőt az eredő erővel. (Gyorsítóhatás és forgatóhatás szempontjából.) Ennek hiányában a működésképtelen fogalomrendszer „újabb áldozat bemutatását” kívánja: fel kell adni, hogy az erőt két **test** kölcsönhatásának jellemzésére vezettük be, és fiktív erők szerepeltetésével kell átjátszani az eredő keresését az „erőcsúsztatási” szabályra. [7: 58] Amikor pedig a két párhuzamos erő egyenlő nagyságú és ellentétes irányú, a dinamika alaptörvényének **értelmezhetőségét** is fel kell adnunk: ilyenkor egyszerűen *nincs* eredő erő. A dinamika majdani alaptörvénye mellett, **külön tudnivalóként** kell megtanulni, hogy **erőpár hatására a test csak forgómozgást végez**. [7:61] Természetesen itt sincs megmondva, hogy ez mit jelent: pl. a tömegközéppontja is körpályán mozog-e.

A sztatikai felépítés legújabb, „legmodernebb” változata [9] — [10] (1986. szeptember) legalább azt elárulja, hogy az „erőösszetevés” egyik szempontja a forgatóhatás vizsgálata, s ennek kapcsán a forgatónyomatékokat is definiálja. Mégis, ennek a tankönyvnek a megállapításai éppúgy a levegőben lógnak, mint a hagyományosabb változatokban, mert itt sincs olyan törvény, amire hivatkozhat, mozgás sincs, egyensúlyfogalom sincs (de hivatkozás az egyensúlyra természetesen van), sőt az erőfogalom sztatikai definíciójának buktatóit is azzal véli elkerülni, hogy közli: *Fizikai szempontból az erő fogalmát pontosan meg kell határozni és az erő nagyságát meg kell mérni.* [9: 3], de elődjeitől eltérően **semmilyen erődefiníciót nem ad!** (Egyetlen tétova utalás van, amely az erő „működésének” mikéntjére ad eligazítást: *Egy vonalzót izomerővel meg tudunk görbíteni. Egy falnak gurított labda belapul. A rugó megnyúlik, ha terhet akasztunk rá. Mindezekben az esetekben az erő működését rugalmas alakváltozás jelezte.* [9:3] **S ennyi** után máris ott tartunk, ahová korábban 30 oldalon keresztül sikerült eljutni: *Az erő ismertebb fajtái: izomerő, súlyerő, mágneses erő, elektromos erő stb.* [9:3] Az igazság az, hogy maga a felépítés semmit sem veszít a zavaros definíciók egyszerű elhagyásával: így legalább mindenki arra gondol, amire akar, s önmagával is kevesebb helyen fog ellentmondásba keveredni. Persze megfelelő eszközök hiányában tételeinek „igazolását” a korábbi változatokkal meg- egyezően csak a fizikától teljesen idegen zsonglörködéssel tudja elvégezni: *Az F eredő végpontjának távolságai az összetevőktől k_1 és k_2 Az F eredő hatása a merev testre ugyanaz, mint F_1 és F_2 összetevőké együttvéve. Gondoljuk el, hogy a merev testet az F eredő végpontjában egy tengellyel (szeggel) átszúrjuk. Az F eredő ezután a testet nem képes eltolni, ezt a rögzített tengely megakadályozza. Ezután F_1 és F_2 összetevők már csak F végpontja körül elforgatni lennének képesek a merev testet. De ezt nem teszik, mert F_1 és F_2 a tengely nélkül csak OF irányban eltolni lettek volna képesek a testet. Az $F_1 k_1 = F_2 k_2$ egyenlőség a forgás szempontjából egyensúlyt jelent. A k_1 és k_2 távolságokat erőkaroknak nevezzük. Az erőnek és a karjának a szorzatát forgatónyomatéknak nevezzük.* [10:11] Ez a néhány mondat a fogalomépítési és szaktárgyi hibák dzsungeljét tartalmazza:



Először: Teljesen érthetetlen, miféle pontot jelöl ki a testen az eredő erő végpontja, hogyan értelmezhető az erő végpontjának a távolsága egy másik erőtől. Ez **pszeudó fogalom**, s azzá teszi a vele értelmezett forgatónyomatékokat is!

Másodszor: Általában nem igaz, hogy $\vec{F}_1$ és $\vec{F}_2$ csak az OF irányába eltolni képesek a testet (O: $\vec{F}_1$ és $\vec{F}_2$ hatásvonalának metszéspontja, F: az eredő erő „végpontja”)!

Harmadszor: A test szeggel való átszúrása az egész probléma helyett egy újat konstruál: a szöggel átszúrt test valóban csak a szög körül foroghat, de ha ezt nem teszi, abból még a **fizikai törvények alapján** nem következik, hogy a szeg beszúrása nélkül sem forogna. De nem következik a tankönyvi definíciókból, törvényekből sem, így az ilyen „mert”-kapcsolatok szerepeltetése a fizikai ismeretrendszeren túl a nyelv és a gondolkodás formális elemeit is **rombolja**.

Negyedszer: A fundamentális módszer bevezetését alátámasztó kísérlet pusztán gondolat-kísérlet, a tapasztalat számára hozzáférhetetlen. (Mert a szög beverése után előálló egyensúly labilis.)

Ötödször: A (koncentrált) eredő keresésekor egészen másról van szó, mint valamiféle egyensúlyt biztosító feltétel kielégítéséről. Ráadásul az itt megfogalmazott egyensúlyi feltételt a továbbiakban „forgatónyomatékok tétele” néven fizikai törvény rangjára emelve használja az erőösszegezés eszközeként [10: 17]. Ezzel a pszeudó fogalmak mellé egy pszeudó törvény is társul.

Merev testek sztatikája

(tankönyvfejezet)

III. 12. Síkbeli erők hatása alatt álló merev test egyensúlya

(tankönyvi lecke)

A témakör célkitűzéseinek megfogalmazása közben a korábban már definiált egyensúly újabb értelmezést kap, anélkül azonban, hogy az új definíció viszonya a korábbihoz tisztázódna: eddig az egyensúlyi állapot a nulla eredő erőjű állapot szinonimája volt, mostantól a nyugalomé. (Mozgásról, inercia-rendszerről stb. eddig nem volt szó!) Először a *Két erő hatása alatt álló merev test egyensúlya* című leckében megismétli a jóval korábbi definíciót [7:47, 56], de most már fizikai törvény rangjára emelve: *A test két különböző pontjában támadó két erő hatása alatt csak akkor van egyensúlyban, ha a két erő közös hatásvonalú, egyenlő nagyságú és ellentétes értelmű.* [7: 88]

Ezek után a három, nem párhuzamos erő hatása alatt álló merev test egyensúlyával foglalkozik. Itt a két „szöget bezáró” erő „összetevési szabályát” alátámasztó kísérletet ismétli meg, most azonban alapvetően **másképpen** kell értelmezni **ugyanazt** a jelenséget. Miközben a testet három dinamométer háromfelé húzza, korábban azt kellett látnunk, hogy a testre két erő hat, amelyek „együttes hatásukat” a testen keresztül a harmadik dinamométer megnyújtásával fejtik ki [7: 55]. Most viszont ugyanezt a jelenséget szemlélve azt kell látnunk, hogy a testre három (tehát **nem kettő**) erő hat, amelyeknek együttes hatására a test egyensúlyban van [7: 89].

A háromnál több erő hatása alatti egyensúly megemlítése pedig már csak egy apróbetűs megjegyzésbe fért bele: *Kimutatható, hogy háromnál több síkbeli, nem párhuzamos hatásvonalú erő (általános síkbeli erőrendszer) hatása alatt álló test akkor van egyensúlyban, ha az erők eredője zérus, és az erők síkjának bármely*

pontjára felírt forgatónyomatékok algebrai összege zérus. [7:90] Ezt a megjegyzést azonban a tanuló **nem is értheti**: Először is mert a forgatónyomatékokat a könyv (nagyon helyesen) nem pontra, hanem tengelyre értelmezte, másodszor mert a tankönyv fogalomhasználata szerinti eredő erő általában nem is létezik (nevezetesen olyan, ami forgatóhatása szempontjából is ekvivalens módon helyettesíti a testre ható erőket, s ráadásul éppen az egyensúlyi állapotban biztosan nem létezik), végül harmadszor nagyon zavarhatja, hogy négy erőből fölfelé valami egészen mást kell csinálni, ti. a forgatónyomatékokat is figyelembe kell venni, amiről eddig szó sem volt. (A tanulótól aligha várható el annak magyarázat nélküli átlátása, hogy a rafinált „összetevési” szabályban, illetve a három erő által létesített egyensúly feltételének megfogalmazásában éppen a forgatónyomatékok burkolt figyelembevételre van elrejtve!)

III. 13. *A lejtőre helyezett test egyensúlya* (tankönyvi lecke)

Az elemzést kísérleti vizsgálattal kezdi [7:94]. Teljesen érthetetlen, miért van erre szükség. Talán maga sem hisz a korábban megállapított törvények alkalmazhatóságában! Így kellene kezdenie: A lejtőn nyugvó testre a Föld, a lejtő és az egyensúlyt biztosító harmadik test fejt ki erőt. (Persze ehhez rendelkezésre kellene állni legalábbis az erőhatás kvalitatív fogalmának, amit világos jelentéssel célszerűen a második törvény megtárgyalása közben, de leghamarabb az első törvény kimondását követően lehet megfogalmazni.) Ezután legfeljebb azt kellene még tisztázni, mekkora ez utóbbi erő, ha iránya vízszintes, ha a lejtővel párhuzamos stb. **E helyett** mérésekre és szerkesztésekre hivatkozva állítja, hogy $G_n = G \cos \alpha$ és $F = G \sin \alpha$, anélkül azonban, hogy akárcsak egy mellékmondatban említést tenne a szerkesztések elvi alapjáról, ti. hogy az egyensúlyban lévő testre ható erők összege nulla.

A kinematika és a dinamika alapjai (tankönyvfejezet)

III. 14. *Az egyenes vonalú egyenletes mozgás fogalma és út—idő—diagramja* (tankönyvi lecke)

A kinematikai vizsgálatokat tipikusan fordított gondolatmenettel, alkísérlettel kezdi: *Helyezzetek el a Mikola-cső vagy a vontatott kocsipályája mentén távolságjeleket, és mérjétek meg ezeknek egy tetszőleges kezdőponttól való távolságát! Stopperórával mérjétek meg, mekkora idő alatt teszi meg a mozgó test a kijelölt utakat! A mérési adatokat írástok táblázatba, és diagram segítségével döntsetek el, milyen összefüggés van az egyenletes mozgást végző test által megtett út (s) és a hozzá tartozó idő (t) között!* [7: 120] Ezt kísérlet alapján eldönteni természetesen nem lehet, ez a definíció kérdése. A helyesen exponált kérdést a látottakkal kapcsolatban a definíció kimondása után lehetne feltenni, s így hangozhatna: „Egyenes vonalú egyenletes mozgást végzett-e a csőben a buborék?” A céljavesztett kérdésfeltevés említésének nem lenne különösebb értelme, ha általa a fizikatanárok tudatában nem vált volna ez a kísérlet az egyenes vonalú egyenletes mozgás útképletének „kísérleti bizonyítékává”. (Számos tanártovábbképzés tapasztalata mutatja, hogy azzá vált. Persze, hogy ez megtörténhetett, abban jelentős szerepe lehetett az erőtologatással, „erőösszetevéssel” kapcsolatos, a belőlük leszűrt állítással semmilyen vagy éppen ellentmondásos kapcsolatban álló „kísérleteknek” is!)

Éppen ennek és a további hasonló jellegű kísérletnek köszönhető, hogy a középiskolai fizikaoktatásban fel sem merül az analitikus és szintetikus igazságok megkülönböztetésének a gondolata: „egy kísérleti felépítésben minden fizikai törvényt kísérlettel kell ellenőrizni”. Ebben a szemléletben tehát a kinematikai törvények (pl. $s = vt$) ugyanolyan természettörvényeknek vannak beállítva, mint a dinamikai törvények (pl. $\vec{a} = \vec{g}$). Ez aztán végleg aláássa a dinamikai törvények tiszta logikájú értelmezését, egyáltalán kihúzza a talajt minden olyan jellegű kérdésfeltevés alól, hogy „hogyan lehetne észrevenni, ha mégsem teljesülne?”. A jelenség igen tanulságos példa arra, hogy egy — egyébként helyes — eszme túlerőltetése éppen ellenkező hatást vált ki: a minden megállapítást kísérleti alapra helyezni igyekvő felépítés végleg elveszti a kísérlet bizonyító erejét!

III. 15. A sebesség fogalma, a sebesség—idő-diagram (tankönyvi lecke)

A tankönyvi definíció: *Az egyenes vonalú egyenletes mozgást végző testek által megtett út (s) és az út megtételéhez szükséges idő (t) hányadosával meghatározott mennyiség a test sebessége — sebesség = út/idő, $v = s/t$. A sebesség lezármaztatott és vektormennyiség.* [7:121] A tradicionális tankönyvek bántó következetlensége: a verbális definícióban hangsúlyozzák a mennyiség vektor voltát, de úgy tűnik ezt maguk nem veszik komolyan. Annyira legalábbis nem, hogy a vektor jelleg deklarálása után — legalább egy utalás erejéig — az irányról is szót ejtsenek! (Maga a definíció is ellentmondásos: ha egyszer a sebesség vektormennyiség, nem lehet két skalár „hányadosával meghatározott” mennyiség!) Ehelyett a tankönyvi lecke után apró betűs megjegyzésben a vektor jelleg bizonyítása található [7:123], ami azonban több szempontból is hibás: Alapgondolata, hogy a sebességek összeadása ugyanazzal a módszerrel történik, mint az erőké. Csakhogy a fentebbi definíció az összeadandó sebességek irányát sem határozza meg, így a bizonyítás értelmezéséhez hozzákezdeni sem lehet. Másrészt a sebességösszegzésre koordináta-rendszer-transzformáció kapcsán kerül sor: a híddaru kocsijának vízszintes sebessége és a teher függőleges emelkedési sebességének (helyesen a teher kocsihoz viszonyított emelkedési sebességének) összegzésével. (A teher mozgása ugyanis a talajhoz viszonyítva — amihez pl. a koci sebességét is önkéntelenül viszonyítottuk — nem függőleges!) A sebesség egyik vonatkoztatási rendszerből a másikba transzformálásakor fellépő összegzés azonban nem bizonyítja a vektor jellegét, hiszen például ugyanez a gyorsulásokkal forgó vonatkoztatási rendszerre nem teljesül — pedig a gyorsulás is vektor. A tradicionális tankönyvek kiterjedten alkalmazott bizonyítási módszerével állunk szemben: a premisszák igazak, a konklúzió is igaz, csak éppen a középük állított „tehát” üres.

III. 16. A testek tehetetlensége; Newton első törvénye (tankönyvi lecke)

Az első törvény mondanivalója: valahányszor egy test mozgásállapotát megváltozni látod, ennek okát egy másik test hatásában keresd. Erre számos tapasztalati példát lehet hozni, olyannyira, hogy a törvény állítása ezen a szinten köznapi ismeret. Az iskolai feldolgozásnak éppen ezért minél előbb annak tudatosítására kellene helyeznie a hangsúlyt, hogy mi a teendő, ha egyszer mégis olyan sebességváltozást észlelünk, ami nem tulajdonítható más testek hatásának. Ennek kapcsán meg kell beszélni a vonatkoztatási test választását.

nak szerepét a sebességváltozások értelmezésében, amihez kvantitatív szinten a vonatkoztatási rendszer transzformációs összefüggésére van szükség. (Pontosan arra, amit a tradicionális felépítésekben „mozgások összetétele” címszó alatt szokásos tárgyalni — zavaros, céltalan és értelmetlen tételek leszűrése érdekében; vö. III. 21. Itt lenne rá szükség!) Mindez azon kívül, hogy a Newton-törvények tudatosan helyes használatának feltételét képezi, azért is fontos lenne, mert **csak ennek alapján** lehetne meghatározott jelentést tulajdonítani például annak az általános műveltség szerves részét képező állításnak, hogy nem a Nap és a csillagok keringenek a Föld körül, hanem a Föld forog a tengelye körül.

Az első törvény igen egyszerűen megérthető és rendkívül fontos tartalmának tudatosítása helyett a tradicionális felépítésű tankönyvek valami egészen más tanítanak: *A testeknek azt a tulajdonságát, hogy sebességüket csak más test hatására változtatják meg, a testek tehetetlenségének nevezzük. A testek tehetetlenségére vonatkozó tapasztalatokat a dinamika egyik alaptörvénye, NEWTON I. törvénye az alábbi módon összegzi: Minden test megtartja nyugalmi állapotát vagy egyenes vonalú egyenletes mozgását mindaddig, amíg más testek mozgás-állapotának megváltoztatására nem kényszerítik. Mivel Newton első törvénye a testek tehetetlenségét fejezi ki, ezt a törvényt a tehetetlenség törvényének nevezzük.* [7:126] Ezt a megfogalmazást lehetne éppen helyesen érteni — végül is maga Newton is valahogy így szövegezte az első törvényt (vö. III. 20.) — „de a szövegkörnyezet egyértelműen azt sugallja, hogy a törvény tartalmát a mondat egyenes állítást hordozó része tartalmazza. Sőt a főszöveget követő apró betűs olvasmány nyíltan kimondja: *A tehetetlenség törvénye közvetlen kísérletekkel nem igazolható, mert a testeket nem lehet más testek hatásától elszigetelni; ez a tény méginkább növeli Newton felismerésének nagyságát.* [7: 127] Mármint az, hogy egy soha nem teljesülő feltételre vonatkozó, semmilyen módon nem ellenőrizhető állítást sikerült megfogalmaznia? Persze a törvénynek az ilyen „mi lenne, ha a világ nem olyan lenne, mint amilyen” típusú felfogása valóban semmilyen kísérlettel nem ellenőrizhető, de nem is használható semmire. Talán ebből a félreértelmezésből fakad, hogy a tradicionális tankönyvek tényleg **nem használják** az első törvényt semmire. (Amikor a testek tömegének egzisztenciáját próbálják kiolvasni belőle, akkor a második törvénnyel tévesztik össze; lásd később.)

A törvény félrehangsúlyozását csak fokozza, hogy általa a testek valamiféle **egyedi** tulajdonságát véli felismerni: a testek tehetetlenségét. Ez annak az elképzelésnek a felszínre buggyanása, hogy az első törvény voltaképpen a második speciális esete: Amikor a testre nem hat erő, gyorsulása nulla, vagyis állandó sebességgel mozog. Ha pedig mégsem ezt teszi — mert az erőmentes állapot nem valósítható meg —, ez annál kevésbé feltűnő, minél nagyobb a test tömege (ugyanaz az erő kisebb gyorsulást okoz). Vagyis az első törvény végül is azt állítja, hogy a testek mintegy ellenállnak a külső behatásnak (ezt az „igyekezetet” fejezi ki a „megtartja” ige használata is), amit ezek alapján „kézenfekvő” a tömegükkel kapcsolatba hozni. Ezt így explicite általában nem fogalmazták meg a tankönyvek, de többé vagy kevésbé burkolt formában mindegyik ezt sugallja: *A testek sebességük nagyságát és irányát, azaz mozgási állapotukat megtartják. A testeknek ezt a tulajdonságát tehetetlenségnek nevezzük. A testek tehetetlenségét először Galilei ismerte fel (XVI. században). A megrakott kocsit nehezebb megmozdítani, mint az üreset. A tömör vasgolyót nehezebb mozgásba hozni, mint az ugyanolyan térfogatú fa golyót. A testek tehetetlensége különböző. Annak a testnek nagyobb a tehetetlensége, amely több anyagot tartalmaz, vagyis nagyobb a tömege.* [5: 44—45] A későbbiekben aztán kezdik komolyan venni

a képet, amely szerint a testek ellenállnak a külső behatásnak, s „a testek tehetetlensége ellenében” végzett „gyorsítási munkáról” kezdenek beszélni. (vö. III. 25.).

Mindez nyilvánvaló értelmetlenség: az első törvényben nincs fokozat, hogy ti. erre a testre jobban teljesül, mint arra, és nem generál semmiféle rendezést a testek halmazán, hogy ti. ennek valamilyen tulajdonsága (= a tehetetlensége) nagyobb, mint a másiké.

A sztatikai felépítés legújabb tankönyve aztán minden kétséget kizáró módon rögzíti a megelőző változatok nyomán kialakult oktatási gyakorlatot (még kevésbé igyekszik a szaktárgyi bírálat elől a homályba burkolni a **tényleges** mondanivalóját): *A természet egy igen fontos tulajdonsága: A sebességet mindig csak két testre vonatkozóan lehet kérdezni, és a válasz, a megállapított sebesség mindkét test közös, együttes adata. . . . Tetszésünktől függ, hogy a természetben előforduló testek közül melyik kettőt párosítjuk össze és kérdezzük sebességüket, és aszerint, hogy melyik kettőt választottuk ki, a legkülönbözőbb feleleteket kapjuk. Amennyiben két test között nem hat erő, akkor a két test kölcsönös sebessége változatlan marad nagyság és irány tekintetében. Ezt a törvényt a tehetetlenség törvényének is nevezzük. (Newton I. törvénye.) [10: 34]* A megfogalmazott állítás nyilvánvalóan nem teljesül. Pedig ezt 1986 szeptemberétől a mechanika egyik legalapvetőbb törvényeként tanítják a magyar gimnáziumok II. osztályaiban.

III. 17. Egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgás (tankönyvi lecke)

A cím tisztán kinematikai vizsgálatokat sejtet, ehelyett azonban dinamikai vizsgálattal kezd: *Gördítetek le hosszabb, kis hajlásszögű lejtőn acélgolyót. . . . Gondoljátok meg, milyen erők hatottak mozgás közben a golyóra! Változik-e mozgás közben a golyóra ható erők nagysága, iránya, értelme?* [7:136] Ezt meg vajon honnan tudhatnák a tanulók??? Erőtörvényekről az egész könyvben nem esik szó, és egyébként is ez az első szituáció, ahol **mozgó** testre ható erőket (kvantitatív értelemben) vizsgálunk. A probléma persze érdekes, sőt felvetésre érdemes, de az alapján, hogy meggondoljuk, aligha lehet érdemi választ kapni a kérdésekre. Itt kellene a kísérletekre támaszkodni, csak hogy azokhoz nincs meg a megfelelő fogalmi apparátus: a tanulók az eddigiek alapján **elképzeln** sem tudhatják, mit kéne ahhoz megvizsgálni, hogy eldönthessük, függ-e például a testre ható súlyerő a test sebességétől. Ehelyett azzal kell kínlódniuk, hogy a súlyerő a testre hat-e, vagy inkább a test „közvetítésével” a lejtőre fejt ki „hatását” (mint a sztatikai feladatok többségében az alátámasztására), esetleg csak egy része nyomja a lejtőt, a másik a testet mozgatja (a 6/20 feladatban tanultakhoz hasonlóan [7:54]), a lejtő által „indított” erő kifejtetheti-e „hatását”, hiszen a golyó folyton tovaigördül „előle” (akárcsak a homokban elakadt autó kereke alól az ellenerő kifejtésére alkalmas test, ahol a motorerő emiatt nem fejthette ki hatását; vö. III. 8.). . . .

A kísérletből leszűrt következtetés is dinamikai jellegű: *. . . a lejtőn leguruló golyó vagy kocs, általában az állandó erő hatása alatt mozgó test által megtett út (s) az idő négyzetével (t^2) egyenesen arányos.* [7:136] A célkitűzés zavarossága könnyen elkerülhető lett volna így: Vannak mozgások, amelyekben $s \sim t^2$. Ilyen pl. a lejtőn leguruló test mozgása, ami mérésel akár könnyen ellenőrizhető is.

A tankönyvi feldolgozásban nem világos tehát, hogy merrefelé indulunk, s hogy hová akarunk eljutni. Ha az $s = a/2t^2$ kihozása a cél, az az imént vázolt gondolatmenet szerint könnyen megtehető lenne. Ha annak a vizsgálat, milyen gyorsulást eredményez a testre ható állandó erő, az a III. 18-ban részletezett okok miatt eleve értelmetlen kérdésfelvetést jelent.

Az $s = v_0 t + a/2t^2$ „négyzetes úttörvény” egyébként a tradicionális felépítések legközpontibb szerepű törvénye: hangsúlyozása, alkalmazásának gyakorisága alapján vetekszik a dinamika alaptörvényével. A kinematika és a dinamika témakörben a tankönyvi, példatári feladatok zöme ezt gyakoroltatja. Olyannyira, hogy a tradicionális tananyagon nevelkedett gyerekek számára a mozgásokkal kapcsolatban mindössze két fontos összefüggés létezik: $s = vt$, $s = v_0 t + a/2t^2$. Szinte hihetetlen, de szelektív erejű kérdésnek számít, hogy vajon létezik-e olyan mozgás is, amelyben a gyorsulás nem állandó. S ilyenre példát már csak a kifejezetten jó képességű tanulók tudnak hozni. Mindez nem csak azért baj, mert a mechanikai törvények rendszerében a főmondanivalót elfedő melléhangsúlyozást jelent, hanem mert miközben a tankönyvek a „négyzetes úttörvény”-t lépten-nyomon használják, a benne szereplő mennyiségek mibenlétét nem tisztázzák — a kovariáns vektorkomponens fogalmának hiányában nem is tisztázhatják —, s ezzel a vektor, vektornagyság, vektorkomponens kusza elegyében burjánzó fogalmi erjedéshez adnak tápot. A bajok forrása, hogy a „négyzetes úttörvény” nem úttörvény, hanem elmozdulás-

törvény: $\Delta r = v_0 \Delta t + a/2\Delta t^2$. Ebben világos az egyes mennyiségek jelentése! Természetesen felírható a bármely komponensre vonatkozó skaláregyenlet is: pl. $\Delta x = v_{0x} \Delta t + a_x/2\Delta t^2$. Néha $v_{0x} = v_0$ és $a_x = a$, s így írható, hogy $\Delta x = v_0 \Delta t + a/2\Delta t^2$. Ilyenkor — de egyetlen további speciális eset kivételével csak ilyenkor — $s = \Delta x$ is teljesül, így a „négyzetes úttörvény” valóban alkalmazható. Az összes többi esetben valamiféle bűvészkedésre van szükség ahhoz, hogy az eredmény ne legyen nyilvánvalóan hibás. (Ilyenfélékre: az út most negatív; az út most ellentétes irányú a kezdősebességgel; ha a test lassul, a gyorsulás negatív; az út függőleges komponense; stb. vö. még III. 30-al.) Lehetséges ugyan a „négyzetes úttörvényben” szereplő skalármennyiségek olyan interpretációja is, amellyel a képlet valóban utat ad meg, ez azonban egyrészt nem állandó gyorsulású mozgásra vonatkozik, másrészt perifériás jellege és nehézkessége miatt a középiskolában aligha kaphat központi szerepet (nevezetesen, amikor a képletben szereplő a mennyiség a gyorsulásnak a sebesség — rendszerint folyton változó — irányára vonatkozó vetületét jelenti).

A témához tartozik még, hogy az út a tényleges — nem iskolai célokra preparált — fizikai feladatokban rendkívül ritkán játszik szerepet, s akkor is inkább a munka számolásakor. A kinematikai, dinamikai feladatokban sokkal inkább az a kérdés, hogy honnan hova jut a test, vagyis az elmozdulás. Ennek megfelelő hangsúllyal és beállítással kellene egyáltalán beszélni az útról. A tradicionálissá vált gyakorlat ennek éppen az ellenkezőjét teszi.

(Folytatjuk.)

IRODALOM

(Az irodalomjegyzék a sorozat I. részénél megadottal azonos, illetve:)

11. 1982—: Dede Miklós—Isza Sándor: Fizika, gimnázium II. osztály, Tankönyvkiadó, Budapest, 1982.
25. Dede Miklós—Isza Sándor: Milyen pontossággal igazolták a kísérletek Newton II. törvényét? Fizikai Szemle, Budapest, 1979. 9. szám.

Számítógép alkalmazása a fajhő és a hőmennyiség tanításához

Az általános iskolai tanulók számára jelentősen megkönnyíti a *fajhő és a hőmennyiség* fogalmának megértését a számítógép alkalmazása. Az alábbiakban egy olyan feldolgozási módot ismertetünk, amelyhez Zátonyi Sándor oktatástechnológus (Békéscsaba, Megyei Pedagógiai Intézet) által kidolgozott, *Melegedés — hűlés* 2. című programot alkalmaztuk a C 16-os számítógéppel. (A program szerepel a *C16/Plus 4 az általános iskolai fizikatanításban* című könyvben. Novotrade, Bp., 1987.)

Bevezető kísérletként azt mutattuk be a tanulóknak, hogy termikus kölcsönhatás esetén miként függ a melegebb test *anyagi minőségétől* a hidegebb test hőmérséklet-emelkedése. A kísérlet során 50—50 g 20 °C-os hőmérsékletű vizet melegítettünk 50—50 g 80 °C-os vízzel, majd alumíniummal, illetve rézzel. A kísérlethez a mechanikai tanuló kísérleti készlethez tartozó, egyenlő tömegű alumínium- és rézhengert használtunk (1. ábra). A két hengert előzetesen vízfürdőben melegítettük fel 80 °C-ra.

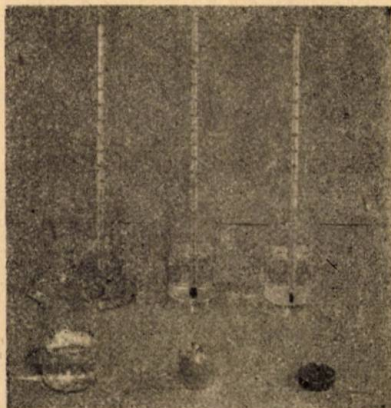
A tanulók többsége számára meglepő volt, hogy a három pohárban levő víz nem azonos mértékben melegedett fel. A víz 50 °C-ra, az alumíniumhenger 24 °C-ra, a rézhenger 17 °C-ra melegítette fel az 50—50 g tömegű, 20 °C hőmérsékletű vizet.

Az egyenlő tömegű, azonos hőmérsékletű alumíniumhenger tehát kisebb, a rézhenger pedig még kisebb *melegítőképességgel* rendelkezik, mint a víz. Az anyagok ezek szerint abban is különböznek egymástól, hogy a belőlük levő testek milyen mértékben képesek termikus kölcsönhatás közben más testek hőmérsékletét, s ezzel együtt *belső energiájukat* is megváltoztatni.

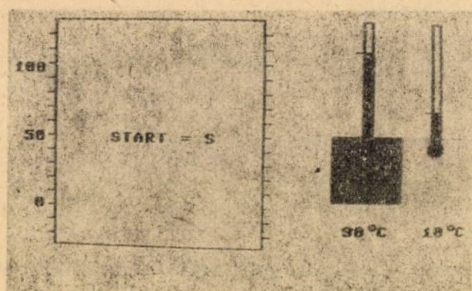
Hasonló módon bemutatott kísérletekkel érzékeltettük, hogy miként függ a *belsőenergia-változás a testek tömegétől és a hőmérséklet-változás mértékétől*.

E kísérleti tapasztalatokból kiindulva vezettük be a *fajhő* fogalmát, összehasonlítottuk a tankönyv táblázatából a víz, az alumínium és a réz fajhőjét, és ezek ismeretében értelmeztük az előző kísérletek tapasztalatait.

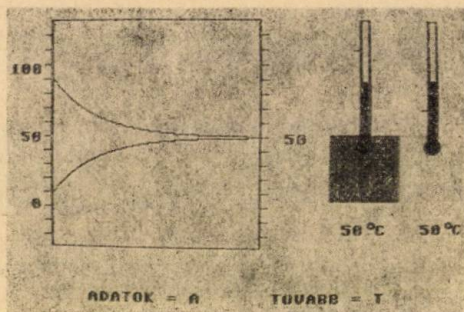
A fajhő fogalmának *elsődleges rögzítése és alkalmazásaként* az első kísérlethez hasonló kísérletet szimuláltunk a számítógéppel a rendelkezésünkre álló program segítségével. Először azt mutattuk be, hogy miként változik a termikus kölcsönhatás közben az egyenlő (1,2 kg—1,2 kg) tömegű *meleg és hideg* (90 °C-os és 10 °C-os) víz hőmérséklete (2., 3. ábra). A tanulók a sematikus ábra két hőmérőjén láthatták, hogy milyen módon csökken, illetve emelkedik a hőmérséklet. Ugyanakkor az ábra alatt folyamatosan látható volt a hőmérséklet-vál-



1. ábra



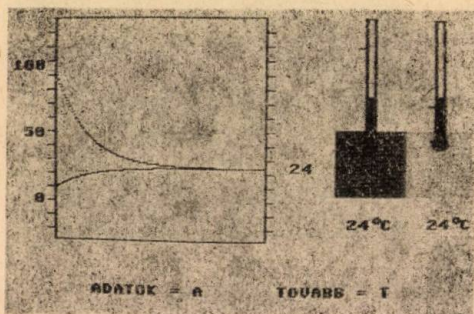
2. ábra



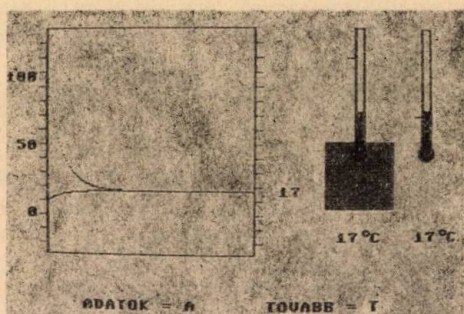
3. ábra

tozásnak megfelelően, $^{\circ}\text{C}$ -ban kiírt két hőmérsékletadat. Ezzel egyidejűleg rajzolódott ki a grafikonon a hűlést és a melegedést ábrázoló két görbe vonal, találkozásukkal jelezve a kialakult közös hőmérsékletet. A program e közös hőmérséklet mérőszámát ki is írta.

Hasonló módon mutattuk be az egyenlő (2,4 kg—2,4 kg) tömegű, különböző (90°C -os és 10°C -os) hőmérsékletű *alumínium és víz*, illetve *réz és víz* hőmérséklet-változását is a program segítségével (4., 5. ábra). A tanulókkal mindhárom esetben előzetesen megbecsültettük a várható közös hőmérsékletet az előző kísérleti tapasztalatokra és a fajhőadatok ismeretére alapozva.



4. ábra



5. ábra

A program „lefuttatása” után kirajzolódott három grafikon *új módon és szemléletesen* érzékeltette azt a korábbi megállapítást, hogy az egyenlő tömegű, azonos hőmérsékletű *alumínium* kisebb, a *réz* még kisebb mértékben képes megváltoztatni az egyenlő tömegű, azonos hőmérsékletű *víz* hőmérsékletét, s ezzel együtt a belső energiáját. A fajhő ismeretében most már azt is észrevettük a grafikonok összehasonlítása alapján, hogy milyen összefüggés van a hideg víz hőmérséklet-változása és a másik test fajhője között.

A számítógéppel történt bemutatás *előnye* az adott esetben

a) *Átmenetet képez* a jelenség tényleges megfigyelése és az absztrakt, általános szint között; ezáltal segíti az interiorizációt.

b) A grafikon folyamatos kirajzolódása, a közös hőmérséklet kiírása *szemléletesen érzékelteti* a termikus kölcsönhatás folyamatát és az anyagi minőség szerepét a jelenség lefolyásában.

c) *Rövid idő alatt* viszonylag sok, valóságghú példával illusztrálható a jelenség. Így az általánosítás megalapozottabb, a gyakorlás szélesebb körű lehet.

Ugyanezt a programot tudtuk hasznosítani a *hőmennyiség* kiszámításának tanításakor is. Miután a tanulók megismerték a hőmennyiség kiszámításának módját, s alkalmazásként megoldottak már néhány egyszerűbb feladatot, további gyakorlásként a számítógép segítségével adtunk feladatokat a tanulóknak. A feladatok megfelelő adatait begépelve, a program „futtatása” után a képernyőn kirajzolódott a grafikon, és megadta a gép a kialakuló közös hőmérsékletet. (Ennek kiszámítása nem tananyag az általános iskolában; ezt a gép „szolgáltatta”). A feladat adatai és a gép által kiírt adat alapján kiszámítottuk, hogy mennyivel nőtt az egyik test, és mennyivel csökkent a másik test belső energiája.

Két példa:

1. A tejüzletben a reggeli tejeskávé készítéséhez 6,3 kg 18 °C hőmérsékletű tejhez 1,3 kg 84 °C hőmérsékletű kávét öntenek. A tej fajhője $3,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, a kávé fajhője $4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$.

a) Mennyi lesz összeöntés után a tejeskávé hőmérséklete?

b) Mennyivel csökken a kávé, és mennyivel nő a tej belső energiája?

Megoldás:

a) A tejeskávé hőmérséklete (a számítógép által kiírt adat szerint): 30 °C.

b) A tej belső energiájának növekedése: A kávé belső energiájának csökkenése:

$$c_1 = 3,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m_1 = 6,3 \text{ kg}$$

$$\Delta T_1 = 12 ^\circ\text{C}$$

$$\Delta E_1 = 294,84 \text{ kJ}$$

$$c_2 = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m_2 = 1,3 \text{ kg}$$

$$\Delta T_2 = 54 ^\circ\text{C}$$

$$\Delta E_2 = 294,84 \text{ kJ}$$

2. Az 1,5 kg tömegű 16 °C hőmérsékletű tűzálló üvegtálba öntjük a 2,4 kg tömegű 82 °C hőmérsékletű levest. Az üveg fajhője $0,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, a leves fajhője $4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$.

a) Mennyi lesz a leves és az üvegtál közös hőmérséklete?

b) Mennyivel csökken a leves, és mennyivel nő az üvegtál belső energiája?

Megoldás:

a) Az üvegtál és a leves közös hőmérséklete (a számítógép által kiírt adat szerint): 80 °C.

b) Az üvegtál belső energiájának növekedése: A leves belső energiájának csökkenése:

$$c_1 = 0,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m_1 = 1,5 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 64 ^\circ\text{C}$$

$$\Delta E_1 = 76,8 \text{ kJ}$$

$$c_2 = 4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m_2 = 2,4 \text{ kg}$$

$$\Delta T_2 = 8 ^\circ\text{C}$$

$$\Delta E_2 = 76,8 \text{ kJ}$$

A feladatok megoldását mindegyik esetben úgy végeztettük, hogy az A csoport az egyik test, a B csoport a másik test belsőenergia-változását számította ki. A két csoport — az energiamegmaradás törvényéből adódóan — azonos eredményt kapott.

Tapasztalataink szerint a számítógép alkalmazása nemcsak a fizikai fogalmak, összefüggések jobb megértését segíti elő, hanem jelentősen növeli a tanulók érdeklődését, fokozza a motivációt is.

A Heves Megyei Pedagógiai Intézet az elmúlt tanév II. félévében tantárgy-pedagógiai napot szervezett fizikából. E továbbképzési rendezvényre a hallgatók frásban előre is benyújthatták az előadókhoz intézett kérdéseiket. Az alábbiakban ezek közül közlünk néhányat, megadva a válaszokat is:

Kérdés: Lesz-e folytatása a 6. osztályos párhuzamos fizikatankönyvnek?

Válasz: Igen. A 7. osztályos párhuzamos tankönyv az 1988/89. tanévre, a 8. osztályos az 1989/90. tanévre jelenik meg a hozzájuk tartozó feladatlapokkal együtt. (Egy évvel tehát korábban, mint azt annak idején a korrekciós útmutatóban jeleztük.)

Kérdés: Várható-e, hogy a feladatlapokat a korrekció miatt átdolgozzák? Ha igen, mikor?

Válasz: Ha a raktáron levő példányok elfogynak, akkor a kiegészítő anyagba utalt feladatok kimaradnak az új kiadású *témazáró feladatlapokból*. Addig a korrekciós útmutató szerint a feladatok megoldásakor „ki kell hagyni a témazáró feladatlapok anyagából azokat a feladatokat, amelyek a korrekció során kiegészítő anyaggá minősített tananyagrészekkel kapcsolatosak” (7. l.). A tankönyvekben levő *gyakorló feladatlapokra* ez nem vonatkozik, mivel ezek eddig is tartalmaztak kiegészítő anyagot. Mint ismeretes, e feladatlapok funkciója a gyakorlás, a tanár és a tanuló közti kölcsönös visszajelzés, éppen ezért nem javasoljuk ezek érdemjegyvel történő minősítését.

Kérdés: A 6. osztályban a kétféle tankönyv azonos tananyagrészeinél — élve a tanári szabadsággal — lehet-e egy-egy kísérletet a nem folyamatosan használt tankönyv kísérlete alapján véggezni, ha azt könnyebben kivitelezhetőnek tartjuk?

Válasz: Igen, és bármilyen más könyvből is.

Kérdés: Jelenik-e meg kiadvány a fizika szakkörök számára?

Válasz: Külön „szakköri” füzet nem jelenik meg a közeljövőben, de ősztől kezdve bővül a szakkörön felhasználható kiadványok köre. Mivel a fakultatív foglalkozások anyaga (vagy annak egy része) minden külön változtatás nélkül szakkörön is feldolgozható, a megjelent 7. osztályos *fakultatív tankönyvet* szakkörön is

alkalmazhatjuk. Jövőre jelenik meg a 8. osztályos kötet. Jól hasznosítható a fizika szakkörön a *Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak* című könyv (amely 1987-ben második kiadásban jelent meg), továbbá az *Egy a valóság, s ezer a ruhája* című könyv három kötete. A fakultatív tankönyvek ezeken túl további irodalmat (elsősorban olvasnivalót) javasolnak az egyes anyagrészekhez kapcsolódóan.

Kérdés: Lesz-e korrigálva a részletes taneszközrendszer?

Válasz: A taneszközrendszer módosítása már megtörtént, s az eszközjegyzék a többi tantárgy taneszközrendszerével együtt jelent meg *Összesített általános iskolai taneszközjegyzék* címmel (Művelődési Minisztérium, Bp., 1986.). E kiadványt minden iskola megkapta. Lényeges változtatás a korábbihoz képest, hogy a tanulókísérleti készletekből, eszközökből a norma (a beszerzési javaslat): 1 eszköz 2 tanulónként.

*

A Csongrád Megyei Tanács Pedagógiai Intézete kiadásában megjelent a *Hogyan jobban?* című tapasztalatsere-füzet 6. száma. A kiadvány — többek között — számítógépprogramot közöl a *mértékegység-átváltás* gyakorlásához a Commodore 16-os számítógépre (szerző: Révész István), s tanulmányt közöl a *halmazállapot és halmazállapot-változás fogalmának a kialakításáról* (szerző: Vitéz Lajosné).

•

A dunaújvárosi általános iskolák tanulói részére *fizikaversenyt* rendezett Kobzós Ferenc, a Münnich Ferenc Gimnázium tanára. A versenyen minden általános iskolából 3—3 tanuló vehetett részt.

*

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Szolnok Megyei Csoportja kiadványsorozatot indított *Eötvös Lapok* címmel a megye fizika szakos tanárai és a fizika iránt érdeklődő diákok számára. A kiadvány első részében *feladatokat* közöl az általános iskolák 8., a középiskolák I. és II. osztályos tanulói számára. E feladatokkal az általános iskolából a középiskolába való átmenetet kívánják megkönnyíteni. A második részben a tanítást



segítő információkat közöl a kiadvány a tanárok számára (általános iskolai követelményrendszer hőtanból, vetítőfeltét mikroszkópra, tájékoztató a pályaválasztáshoz az általános iskolai 8. és a középiskolai IV. osztályos tanulók számára stb.) A sorozatot *Baki Árpád*, *Borza Attiláné*, *Botka Lajosné* és *Németh Gyula* szerkeszti.

*

Diapozitívre dolgozta fel *Baranyi József* tanár (mellékfoglalkozásban fényképész) a *Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak* című könyv 100 feladatát. 100 diaképen egy-egy feladat található, további 100 diaképen a feladatok megoldása szerepel. A sorozat ára üveg nélküli keretben 1300 Ft, keretezés nélkül 900 Ft. Megrendelhető utánvétellel vagy átutalással. Részletes tájékoztatás és megrendelés a következő címen: *Baranyi József* Kecskemét, Béke fasor 9. 6000.

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Вермес Миклош: Государственная олимпиада по физике учащихся средних школ в 1987 году	97
Берцеш Дёрдь—Фёзи Иштван—Юхас Андраш: Отчет о задании третьего (практического) тура Государственной олимпиады 1986—87 учебного года	101
Вереш Михайнэ: XXX-ое Государственное заседание преподавателей физики и Выставка учебных пособий и средств	106
Иса Шандор: Критика традиционной статической структуры механики (II. часть)	112
Шмиделиус Жужа—Д-р Затони Шандор: Употребление компьютера в обучении удельной теплоте и количеству тепла	125
Форум	128

INHALT

Dr. Vermes Miklós: Der Landestudienwettbewerb der Mittelschüler in Physik in 1987	97
Bérces György—Főzy István—Juhász András: Bericht über die Aufgaben der 3. Runde des Landesstudienwettbewerbs der Mittelschüler im Schuljahr 1986—1987	101
Veres Mihályné: 30. Enquete der Physiklehrer der Mittelschulen und Lehrmittelausstellung	106
Isza Sándor: Kritik des traditionellen statischen Aufbaus der Mechanik II. Teil.	112
Smideliusz Zsuzsa—Dr. Zátonyi Sándor: Die Anwendung des Personalcomputers im Unterricht der spezifischen Wärme und der Wärmemenge	125
Forum	128

Felhívjuk olvasóink figyelmét!

Bonifert Domonkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak (Rsz.: 8094)	Kötve: 31,— Ft
Budó Agoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.)	Kötve: 63,— Ft
Budó Agoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.)	Kötve: 51,— Ft
Budó Mátrai: Kísérleti fizika III. (Rsz.: 4292/III.)	Kötve: 57,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)	Kötve: 42,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8175/II.)	Fűzve: 39,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv FIZIKA 6. osztály (Rsz.: 83 109)	Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv FIZIKA 7. osztály (Rsz.: 83 030/1.)	Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Kövesdi Pál—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv FIZIKA 8. osztály (Rsz.: 83 036/1.)	Fűzve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. I. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 45,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. II. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. III. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 43,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Mechanika Elméleti fizika I. (Rsz.: 42 221/I.)	Kötve: 33,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Klasszikus erőterek Elméleti fizika II. (Rsz.: 42 221/II.)	Kötve: 60,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Kvantummechanika Nem relativisztikus elmélet. Elméleti fizika III. (Rsz.: 42 221/III.)	Kötve: 86,— Ft
V. B. Bereteckij—E. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Relativisztikus kvantumelmélet. Elméleti fizika IV. (Rsz.: 42 221/IV.)	Kötve: 84,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Statisztikus fizika I. Elméleti fizika V. (Rsz.: 42 221/V.)	Kötve: 85,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Hidrodinamika Elméleti fizika VI. (Rsz.: 42 221/VI.)	Kötve: 78,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Rugalmasságtan Elméleti fizika VII. (Rsz.: 42 221/VII.)	Kötve: 32,— Ft
Zátonyi Sándor: A fizikai feladatok megoldása és a tanulók gondolkodása (Rsz.: 52 965)	Fűzve: 24,— Ft
Zátonyi Sándor: Az előismeretektől a tudásig (Rsz.: 53 025)	Fűzve: 36,— Ft

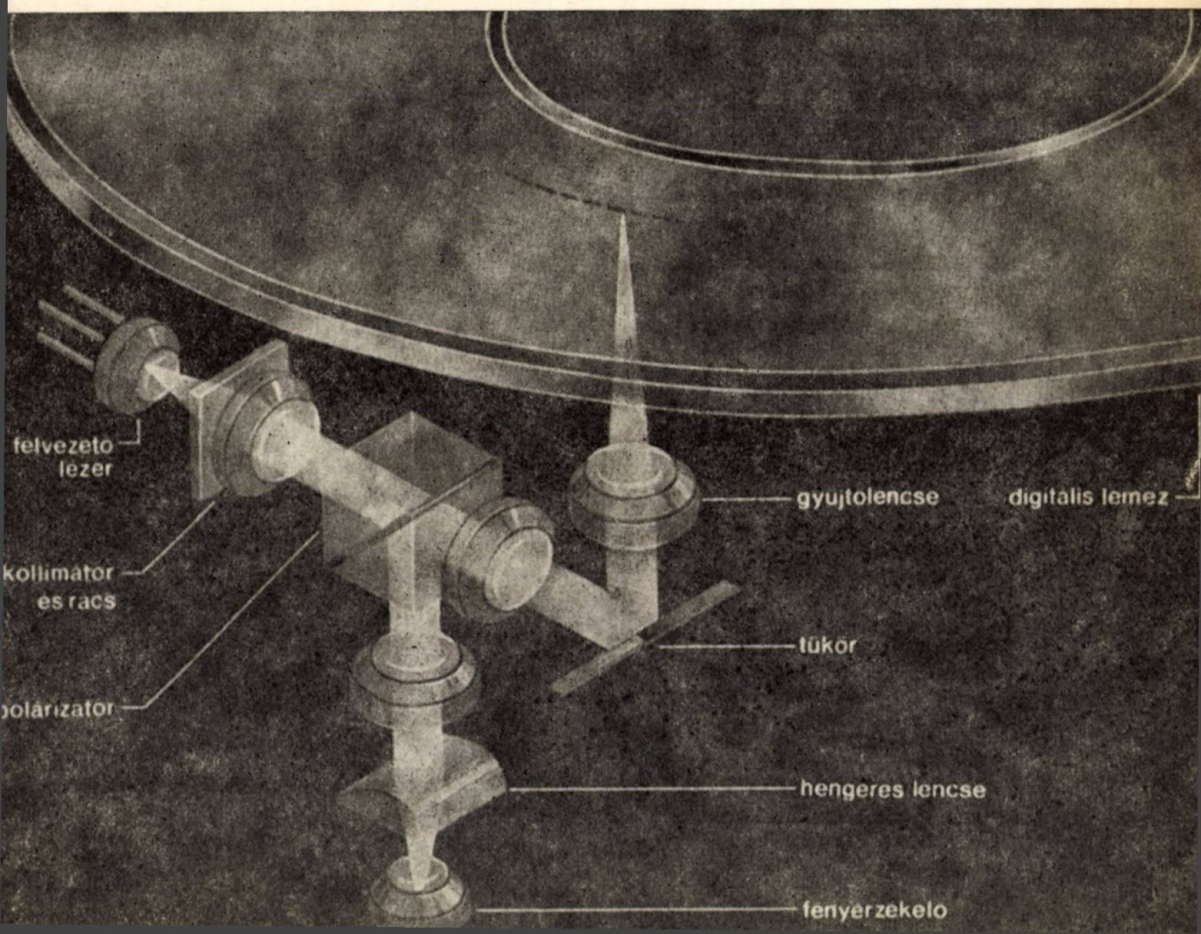
Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a KÖNYVESBOLTOKBAN!

A

5 1987
XXV. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA

A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:
DR. GECSŐ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:
GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LÓRÁNT, DR. LITZ JÓZSEFNÉ,
DR. NAGY LÁSZLÓ, PÁHÁN ISTVÁN,
DR. PAÁL TAMÁS, DR. TASNÁDI PÉTER,
DR. VIDÓ IMRE, VIG ISTVÁN, DR. WIEDEMANN
LÁSZLÓ, DR. ZÁTONYI SÁNDOR.

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai
Intézet 1406 Budapest, Pf.: 33 Gorkij
fasor 17—21. — Telefon: 211-200. —
Kiadja: a Tankönyvkiadó, 1055 Bu-
dapest, V., Szalay utca 10—14. — A
kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó
igazgatója. — Terjeszti a Magyar Pos-
ta. Előfizethető: bármely postahiva-
tálnál, a kézbesítőknél és a Posta
Központi Hírlapirodánál (postacím:
Budapest, V., József nádor tér 1. —
1900) személyesen vagy postautalván-
nyon, valamint átutalással, a KHI
215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.

Előfizetési díj: egy évre: 42,— Ft

Révai Nyomda Egri Gyáregysége,
Eger. Igazgató: Horváth Józsefné dr.
87. 2327

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket
gépelve, két példányban
küldjék meg a szerkesztő-
ség fenti címére, a lakásuk
és munkahelyük, valamint
személyi számuk pontos
feltüntetésével. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak! Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek! A sor
hossza 66 betűhely. A cik-
kek terjedelme legfeljebb
6—8 gépelt oldal lehet. A
rajzokat, táblázatokat kü-
lön lapon, megfelelő ábra-
szöveggel (aláírással) ellát-
va küldjék be!

Kéziratot nem őrzünk meg
és nem adunk vissza!

TARTALOM

<i>Isza Sándor</i> : A mechanika tradicionális sztatikai felépítésének bírálata III.	129
<i>Dr. Nagy László</i> : Adalékok az elektro- mágneses indukció tanításához ...	145
In memoriam: <i>Dr. Nagy László</i> (<i>Dr.</i> <i>Tamássy Lajosné</i>)	155
<i>Balogh Lászlóné dr.</i> : Az 1987. évi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny. Fizika I.: a szakközép- iskolai tanulók versenye	156
Könyvismertetés (<i>Verő Lászlóné</i>) ...	160
Fórum	B/3

Címképünk lézer lemezjátszó elvi sémája.
(Háttér 18.)

A mechanika tradicionális sztatikai felépítésének bírálata III.

III. 18. A testre ható erők és a gyorsulás kapcsolata; Newton második törvénye (tankönyvi lecke)

Kétségtelen, hogy Newton második törvénye a középfokú mechanikában központi szerepet játszik. Jelentőségét, tanításának fontosságát nehéz lenne eltúlozni: Alkalmazása az elemi mechanikafeladatokat megoldásától a filozófiai általánosítás szintjéig terjed, kvalitatív mondanivalója az általános emberi kultúra integráns része. Felismerése mindmáig az emberi gondolkodás egyik legnagyobb diadalának számít, a törvény kvantitatív állítása pedig — alkalmasan körülhatárolva érvényességi területét — a modern természettudomány egyik legalapvetőbb ismerete.

Nem mindegy tehát, milyen fogalmi tartalommal telítődik, milyen tapasztalatokra támaszkodik, mire használja és hogyan ezt a törvényt éppen a fizika tantárgy. Különösen, ha figyelembe vesszük, hogy **egyedül** áll nyílik lehetőség a törvény filozófiai megfontolásokban használatos kvalitatív állításának határozott, egyértelmű tartalommal való megtöltésére — éppen a kvantitatív állítás alkalmas példákön keresztül történő bemutatásával.

A sztatikai felépítés — úgy tűnik — minderről semmit sem tud. Ez tükröződik abban, hogy a törvény kvantitatív **értelmezhetőségéhez** elengedhetetlen erőtvörvények létéről említést sem tesz, de már abban is, hogy a newtoni mechanikánál nagyobb terjedelemben, s azt megelőzve tárgyalja az archimédészi mechanikát, s fogalomrendszerét is ehhez igazítva, a newtoni eszmékkel összeegyeztethetetlen formában alakítja ki.

A sztatikai felépítésben az erő az anyagi objektumokhoz hasonlóan önálló létező, így természetesen elsősorban nem definiálni, hanem hatásait vizsgálni, mérni kell. Ez tükröződik a második törvényhez vezető gondolatmenetben is: „meg kell vizsgálni, hogy adott erő, mekkora gyorsulást okoz” [7: 152]. Első hallásra az erő **főnevet** önkéntelenül is testszerű tulajdonságokkal felruházó elme számára, ez a problémafelvetés korrektnak tűnik. Csakhogy az erő mégsem dolog, így a vizsgálat kísérleti alapját képező elgondolás üres. Tudniillik, hogy hasson ugyanaz az erő előbb erre, aztán arra, majd egy harmadik testre. Ennek alapján lehetne ugyanis leszűrni, hogy a „ható erő” a test tömegével fordítottan arányos gyorsulást hoz létre. Még kevésbé van jelentése az erőtvörvények értelmezése nélkül annak a kijelentésnek, hogy ugyanarra a testre most kétszer, háromszor ... nagyobb erő hat, mint az imént, így ha erre alapozva vonjuk le a következtetést (miszerint a kétszer, háromszor ... nagyobb erő kétszer, háromszor ... nagyobb gyorsulást okoz), légvárát építünk. Persze olyan elrendezést nem nehéz produkálni, ahol valamilyen jól látható dolgot megkétszerezve, háromszorozva ... kétszer, háromszor ... nagyobb gyorsulás jön létre. Csakhogy az az erőfogalom, ami az ilyen kísérletekben „gyorsító erő”, „mozgató erő” néven szükségszerűen bukkan fel, sokkal inkább a munkatétellel kapcsolatos, és így **semmit** nem árul el annak a törvénynek a lényegéről, amit Newton a Princípiában megfogalmazott, s amelyet ma a csillagászat, az űrhajózás tudománya Newton második törvényeként használ, éppúgy, mint a tiszta logikájú mechanika a leghétköznapibb — akár sztatikai! — feladatok tárgyalásakor is.

Lévén Newton második törvénye kerettörvény, amelyet a konkrét **erőtvörvények** töltnek meg tartalommal, eleve fogalmilag hibás minden olyan próbálkozás, amely vala-

milyen mozgásban méréssel ellenőrizni kívánja, hogy az $a \sim F$ reláció teljesül-e. Az ilyen jellegű kérdésfelvetés egyszerűen értelmetlen: ha valamilyen mozgásban úgy találunk,

hogy $p \neq F$, **nem arra** kellene következtetnünk, hogy a dinamika alaptörvénye nem teljesül, hanem arra, hogy hibásan ismerjük az adott helyzetre vonatkozó erőtvörvényt,

eztért F értéke mégsem annyi volt, mint kezdetben gondoltuk. Egy törvény megértése feltételezi annak felismerését, mely tapasztalatok támasztják alá, ill. hogy milyen tapasztalat lenne az, ami a törvény elvetésére készítetne. Az első mozzanat önmagában nem elég, mert hogy a kísérleti vizsgálatokban mire összpontosítsuk a figyelmet, azt éppen a második mozzanat jelöli ki. Sok-sok tanártovábbképzés szomorú tanulsága, hogy a tanárok nem tudnak körülírni olyan tapasztalatot, ami Newton második törvényének ellentmondhatna. Enélkül pedig aligha lehet megérteni a törvény állítását!

A tradicionális felépítésekben Newton második törvényének demonstrációs kísérlettel történő feltárására irányuló valamennyi próbálkozás abból indul ki, hogy hasson ismert erő a testre. Ezt kétféle úton vélik megvalósíthatónak.

1. Kísérleti tapasztalatként megállapítják, hogy a rugóra függesztett, nyugalomban lévő test a tömegével arányos mértékben nyújtja meg a rugót. Ezután a tömeggel arányos mennyiségként **definálják** a súlyerőt, s **posztulálják**, hogy a súlyerő a függesztesre vagy az alátámasztásra hat. Ennek alapján bármikor elérhetőnek vélik, hogy bármelyik testre ismert erő hasson: elég egy alkalmasan megválasztott tömegű testet ráfüggeszteni.
2. Per axióma kijelentik, hogy a rugó a megnyúlásával arányos erőt fejt ki a hozzákapcsolt testre, majd etalonrugót választanak (esetleg csak fogalmilag). Ennek alapján bármikor elérhető, hogy ismert erő hasson a testre: elég azt az etalonrugóval alkalmasan húzni.

Az első megoldás rossz, mert *következetes* alkalmazása a tapasztalatokkal össze nem egyeztethető numerikus eredményekre vezet. Ezen túlmenően üres is, minden olyan esetben, ahol nem a súlyerőről akarunk megállapítani valamit.

A második megoldás is üres minden olyan esetben, amikor nem a rugóerőről akarunk megállapítani valamit. Ezzel a megoldással ki lehet ugyan erőltetni az $\vec{a} \sim \vec{F}$ kísérleti eredményt, de egyben az *elvi lehetőségét* is elveszítjük annak, hogy tapasztalatokra hivatkozva állapíthassuk meg például, hogy a gravitációs erő arányos a tömeggel, a közegellenállási erő a testek relatív sebességétől függ stb. (Mert **nincs jelentése** annak, hogy mennyire nyúlt meg az erőt kifejtő etalonrugó, amikor az erőt **nem az etalonrugó** fejt ki.) A sztatikai felépítés hívei közül sokan úgy vélekednek, hogy ez nem baj: „Végül is igaz, hogy $\vec{a} \sim \vec{F}$ ” — mondják — „s nem baj az, ha a gyerek egyetlen esetet leszámítva

nem tudja, hogy mit is kell az $\vec{F}$ helyére írni. Elég ha a törvényre emlékszik, úgysem lesz belőle fizikus. Ha meg lesz, majd megtudja.” Nem osztjuk ezt a nézetet. Úgy véljük,

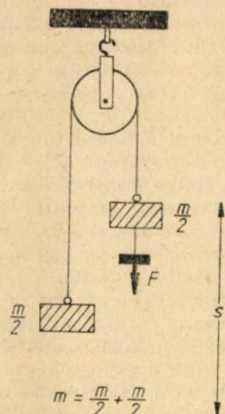
a törvény ismeretét nem az $\vec{F} \sim \vec{ma}$ algebrai formalizmus felidézése hordozza (márcsak azért sem, mert itt nem egyszerűen mennyiségek, hanem függvények kapcsolatáról van szó!), sokkal inkább az, hogy miképpen kell egy jelenség értelmezéséhez a törvény alapján hozzáfekedni, honnan, miből lehet a benne szereplő mennyiségeket megismerni, egyáltalán milyen jelenségek értelmezésére használható, és milyenekre nem. A törvény matematikai formalizálásának bármely kézikönyvben percek alatt utána lehet nézni, a törvény ismeretére azonban csak aktív tanulással (tapasztalatok gyűjtésével, mások tapasztalatainak elemzésével, az alkalmazások gyakorlásával) lehet szert tenni. Az

$\vec{F} = \vec{ma}$ **algebrai** formula végtelenig menő gyakoroltatása (pl. [10: 39: 1—8 feladat, 41: 1—7 feladat]) kétségtelenül fejlesztheti a tanulók egyenletrendezési készségét, magának a formulának a bevézését, de a dinamika alaptörvényének tartalmából ilyen módon átadni valamit éppolyan reménytelen vállalkozás, mint az evolúciót egyetlen, éppen kéznél levő papagáj sokszori mutogatása alapján értelmezni — az esetlegesen felmerülő ellenvetéseket félresöpörvén azzal, hogy „így egyszerű, így legalább mindenki megérti”. Mert az *is* szempont, hogy egyáltalán **mit** kell megérteni!

A sztatikai felépítés tankönyveiben általában a két felvázolt megoldás keveréke található, így még kevésbé látható tisztán, milyen alapokról indulva jutnak el az $\vec{F} = \vec{ma}$ formulához, és mit is állítanak a törvény megfogalmazással. Egyébként elvileg a második esetet korrekt megoldással lehet fejleszteni, ha a dinamika alaptörvényének speciális esetét, az egyensúly feltételét a **törvénytől függetlenül** előrevetve posztuláljuk, majd a kiválasztott etalonrugóval **erőtörvényeket keresünk**. Ez szaktárgy is szempontból korrekt lenne, de teljesen felesleges fogalmi bolyongást jelentene a kitzított cél körül. Márcsak azért is, mert vagy tudjuk *előre*, hogy az etalonrugó megválasztásával definiált empirikus erőskálának eleve teljesíteni kell az $\vec{ma} \sim \vec{F}$ feltételt, és akkor nyilván ennek figyelembevételével választjuk az etalonrugót, vagy nem tudjuk. Ha nem tudjuk, és így az etalonrugót az $\vec{ma} \sim \vec{F}$ összefüggés figyelembevétele nélkül választjuk, aligha fogja ezt teljesíteni. (Nincs szempont például annak eldöntésére, milyen határok között fogadjuk el az általa mutatott erőértéket.) Ezzel a sztatikai felépítés délibábja szertefoszlik: nem lehet rugós mérésekkel alátámasztani az $\vec{ma} \sim \vec{F}$ összefüggést. Ez lenne egyébként a korrekt megoldás: a helyes erőskála éppen a különböző rugókkal megvalósított empirikus erőskálák dinamikai szempontok — beleértve az egyensúlyt is! — alapján történő összehangolásával lenne kialakítható, ami persze végül is az erő mérést az általa okozott impulzusderivált mérésére vezetné vissza, fogalmi alapját pedig az etalonrugóról az im-

pulzusváltoztató kölesönhatásra helyezné át. Akkor viszont minek az egész kitérő, miért nem rögtön ezzel kezdjük? Még értelmetlenebb a felesleges bolyongás a kitűzött cél körül, ha már az etalonrugó megválasztásakor is tudjuk, hogy a végső szempont az $ma = F$ feltétel teljesítése!

A törvény tankönyvi tárgyalásai szinte kizárólag sz Atwood-féle ejtőgépre alapozott kísérlet valamelyik változatára alapulnak: *Elhanyagolható súrlódással forgó csiga peremén átvetett, kb. 1 m hosszú fonál végeire akasztatok egy-egy azonos tömegű testet! Tegyetek az egyik testre egy kisebb, az előbbi tömegek mellett elhanyagolható tömegű túlsúlyt (F) (pl. egy csavaranyát)! Ennek hatására a fonálon függő testek egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgást végeznek. s és t mérésével állapítsátok meg a gyorsulást! Ismételjétek meg a mérést úgy hogy megkétszerezitek, megháromszorozzátok stb. a gyorsulást előidéző egyforma csavaranyát használnátok)! Készítsetek táblázatot és F -a diagramot! ... A mérések szerint ugyanarra a testre ható erők eredője (F) és a létesített gyorsulás (a) egymással egyenesen arányos mennyiségek ($k \sim F$), vagyis ugyanazt a testet pl. kétszer akkora erő kétszer akkora gyorsulással mozgatja; $F/a = \text{állandó}$. [7: 152—153] Eltekintve most már a probléma ilyen jellegű felvetésének értelmetlenségétől, csak az adott elrendezés konkrét szaktárgyi hibáit elemzem:*



Először: Tisztázatlan — és az itt rendelkezésre álló ismeretek birtokában tisztázhatóan — a csiga szerepe az elrendezésben. Ha itt is a proiri igazságként fogadjuk el a sztatikai vizsgálatokban már megszokottá vált (ott sem elemzett) kitélt, hogy ti. a csiga csupán elfordítja az erő hatásvonalát, más nem állapíthatunk meg a kísérletek alapján, mint hogy bizonyos csigákkal „ez jön ki”, másokkal más. (Nem tudjuk megfogalmazni, milyen szempontok alapján lehetne egyáltalán ellenőrizni, hogy a csiga szerepe az elrendezésben — pontosabban a vizsgált jelenség értelmezésében — elhanyagolható-e, vagy sem!)

Másodszor: A kulcsszerepben álló „gyorsulást előidéző erő” fogalma üres. A kísérlet leírása ugyan egyértelműen megmondja, hogy ezen csavaranyák súlyát kell érteni, de ezt elfogadva a kísérletből más nem következik, mint hogy az adott elrendezésben két, három ... csavaranya kétszer, háromszor ... nagyobb gyorsulást eredményez, mint egy csavaranya. (Eldönthetetlen, hogy más kísérletekben, ahol nem szerepelnek csavaranyák, mit kell majd ezen érteni.)

Harmadszor: Eldönthetetlen, hogy a „gyorsulást előidéző erő” melyik testre hat tulajdonképpen. Ha csak az egyik oldali teherre, hibás eredmény jön ki. Ha „a csigán és a fonálon keresztül” a másikra is, érthetetlen, miért nem kell figyelembe venni a megnyeztet által ugyancsak „a csigán és a fonalakon keresztül” kifejtett erőt.

Negyedszer: Zavaros, hogy mit kell a test tömegéhez hozzávenni, azaz hogy melyik testről is beszélünk voltaképpen. Ha a csavaranyák tömegét nem vesszük hozzá (ahogyan a tankönyv teszi), hibás eredmény jön ki. Ha hozzávesszük, akkor a „gyorsító erőt” szolgáltató test Münchausen báró módjára együtt gyorsul a „gyorsított rendszerrel”.

Ötödször: Eldönthetetlen, hogy a leszűrendő következtetésben szereplő gyorsulás mi-nek a gyorsulása egyáltalán. A tankönyvi definíció szerint a gyorsulás vektormennyiség: itt az egyik teher lefelé, a másik felfelé gyorsul, a két gyorsulás nem egyenlő. A törvényben melyikről beszélünk? (Itt van az egyik alapja annak, hogy a tanuló és a tanárok [!] a gyorsulást igenis skalárnak tekintik, a definícióban szereplő vektorjelleg-kitélt pedig afféle szertartásnak, ami a dolog „tudományos” külsőségeihez tartozik. A természet tudományos megismerés egészére is igen erős romboló hatása van.) Ha pedig a gyorsulást mégis csak skalárként kell értelmezni, s így mondhatjuk, hogy a két teher gyorsulása egyenlő, teljesen érthetetlen mit állít a tételkimondást követő megállapítás: *Newton felismerte azt is, hogy a gyorsulás iránya egybeesik a testre ható erő (pontosabban az erők eredőjének) irányával.* [7: 154]

Hatodszor: Teljesen érthetetlen, mi köze van a kiindulási állapot szolgáltató „gyorsítást előidéző” fogalmának a testre ható eredő erőhöz, amivel végül is az állítást megfogalmazza. (A csavaranyák súlya nem eredő erő sem az egyik oldali teherre, sem mindkét

teherre, sem a teher—fonál—teher-rendszerre, sem a teher—fonál—csiga—fonál—teher-rendszerre nézve!)

Mindezek után felmerül a kérdés: a megfogalmazáshoz vezető út fogalomépítési zavaraitól, a kísérleti megalapozás konkrét szaktárgyi hibáitól eltekintve, mit állít, egyáltalán állít-e valamit a tankönyvi törvénykimondás? (Az alapvető törvény szerepében kimondott üres állítás még rombolóbb hatású, mint a tételeken hibás!) Pedig a szóban forgó változat már számos korábbi próbálkozás javítgatásának az eredménye. Például 1955-től 1960-ig így tanították Newton második törvényét: *ugyanazon test esetén a gyorsulás egyenesen arányos a mozgató erővel, irányába pedig megegyezik a hatóerő irányával* [4:41] Ebben két pszeudo fogalom is fellép: „mozgatóerő”, „hatóerő”, s ráadásul a kettő mennyiségileg is különbözőnek látszik! (Különböni miért kellett volna más-más névvel illetni őket?) Természetesen a tankönyvben egyik sincs definiálva. A fizika tantervi osztályok 1967-ben megjelent, hivatalosan mintegy 15 évig, nem hivatalosan napjainkig használt tankönyvében már így található: *Adott testre ható (gyorsító-) erő és az általa létrehozott gyorsulás között egyenes arányosság van... A gyorsítóerő és a létrehozott gyorsulás hányadosa különböző testek esetében más, a testre jellemző (állandó) érték.* [8:102] A korábbi pszeudo fogalom — feltehetően a jogos szaktárgyi bírálatok elől rejtőzködve — új ruhába öltözött: „gyorsítóerő”. Az elsőként elemzett változatban (1973—1981) pedig már jobb mimikri hiányában megnevezés nélkül maradt, csak a fogalma szerepelt. (Ezért is kellett minden alkalommal a tankönyvi szöveget idézve ilyen hosszsan hivatkozni rá: „a gyorsulást előidéző erő”.) De a fejlődés ciklikus. A legújabb — 1986 szeptemberében megjelent — változat így tárgyalja a törvényt: *Az úgynevezett kocsikísérletben súrlódásmentesen (léggárnás pályán) futó kocsit egy állandó erővel gyorsítunk. Egy kísérletben például a fonálon 13 cm³ térfogatú vasdarabot lógott, amelynek erőmérővel lemérhető súlya 1 N. A kocsi súlya erőmérővel mérve 9 newton volt (117 cm³ térfogattal). Így az összes gyorsítandó vas térfogata 130 cm³, mert a fonálon lelő vasdarabot is gyorsítani kellett. Ezután megmértük, hogy a kocsi s utat mekkora t idő alatt futott végig, és kiszámítottuk a gyorsulást. Az eredmény: 130 cm³ vasat 1 newton nagyságú erő 1 m/s²-tel gyorsít... 130 cm³ vasat 2 newton nagyságú erő 2 m/s²-tel gyorsít... Látnuk, hogy a keletkező gyorsulás egyenesen arányos a gyorsítóerővel.* [10:35—36] Az említett „kocsikísérlet” egyébként a részletesen elemzett Atwood-gépes kísérlet egy változata, amely az eredeti konkrét szaktárgyi hibái közül egyet (!) kiküszöböl.

Figyelemre méltó, hogy ez a tankönyv a törvény „végleges alakjának” megfogalmazásakor sem tér át a „gyorsítóerő” megnevezésről a testre ható erőre, mint ahogy azt a többi változat teszi (pl. [7:153, 179]), inkább egyszerűen csak erőről beszél. Előbb alaposan „begyakoroltatja a törvényt” (15 feladaton keresztül az $F=ma$ algebrai formulából hol egyik, hol másik, hol a harmadik adatot kell kifejezni), s az eredő erőt már „a törvény biztos ismeretére támaszkodva”, újabb elemként építi be a törvény alkalmazási gyakorlatába — mégpedig egy feladaton keresztül: *Egy 30 kg tömegű ládát 60 N nagyságú állandó erővel húzunk, és a láda csak 0,8 m/s² állandó gyorsulással mozog. Hogyan lehetséges ez? Newton II. törvénye szerint 60 N: 30 kg = 2 m/s² gyorsulásnak kellett volna létrejönnie. A 0,8 m/s² tényleges gyorsulás azt jelenti, hogy a ládát 30 · 0,8 = 24 newton nagyságú erő gyorsítja. Ezek szerint 60—24 = 36 newton nagyságú súrlódási erő volt jelen, és a ládát csak a 60 newton húzóerő és a 36 newton súrlódási erő 24 newton nagyságú eredője gyorsította. Newton II. törvényében a testre ható erők eredőjével kell számolni.* [10:41—42] Így derül ki, hogy a dinamika alaptörvényébe a „gyorsítóerő” helyére néha a testre ható erők eredőjét kell beírni. Abból következően tehát, hogy 60—36 = 24 newton!

Minden tradicionális tankönyv közös törekvése, hogy a dinamika alaptörvényét skalár mennyiségek kapcsolatának mutassa be. Ezt tükrözi a végeredményként kimondott törvény, de maga az egész gondolatmenet is: „mindegy, hogy merrefelé mozog, a légyeg, hogy az összes gyorsítandó vas térfogata 130 cm³”. Ugyanez a célja a „gyorsítóerő”, „össz gyorsított tömeg” fogalom páros használatának is. Magában a szemléletben nem egyszerűen azt a vakbuzgó igyekezetet kell látnunk, amely mint ábrándképet a dinamika alaptörvényének skalár állítássá való „egyszerűsítését” hajszolja, hanem sokkal inkább mint a mechanika fejlődésében bekövetkezett atavisztikus visszaütést kell szemlélnünk: ez lényegében az erőnek energia (pontosabban energiaváltoztató hatás) értelemben vett használata. Ebben a fogalomkörben érthető ugyanis, hogy teljesen lényegtelen az egyes testek gyorsulásának iránya, az a fontos csupán, hogy kis vagy nagy tömegű testeket kell megmozgatni az erőnek, kis vagy nagy végsebességre kell gyorsítani az egyes részeket. Ebben a fogalomkörben valóban nem bűn a sebesség, a gyorsulás vektor voltát a szokásos legyintéssel elintézi: „látom, hogy arra megy, nem

pedig erre jön, de miért kell ebből olyan nagy ügyet csinálni? Ha nyíltan kimondjuk, hogy erőnek itt azt tekintjük, ami a test sebességének a nagyságát változtatja, a gyorsító-erő akár egzakt módon is definiálható: a test kicsiny részére ható gyorsítóerő a részre ható eredő erőnek a mindenkor sebességre vett vetülete. A test egészére ható gyorsító-erő pedig az egyes részekre ható gyorsítóerő-járulékok skaláris összege. S ez valóban csak a sebesség nagyságát változtatja, mert éppen ez szerepel a munkatételben az okoldalon. Erőnek mondani ezt is alig nagyobb hiba, mint általában erőnek mondani egy erőkomponenst (súrlódási erő, nyomóerő), viszont éppen ezt nevezni erőnek semmi esetre sem korrekt dolog egy olyan felépítésben, amelyben egyáltalán nincs kovariáns értelemben vett komponens-fogalom, s így ha akarnánk sem tudnánk megmutatni ennek a sajátosan értelmezett vetületnek az erővel való kapcsolatát. Persze, még ha tudnánk is, nagyon kérdéses lenne, hogy érdemes-e! Ezzel ugyan néhány szokásos iskolai feladat megoldásakor a felrandó egyenletek számát kettőről egyre lehet csökkenteni, de azon az áron, hogy miközben erőről beszélünk, belőle csak annyit használunk, ami a munkával kapcsolatos, másképpen fogalmazva, amikor Newton második törvényére hivatkozunk tulajdonképpen a munkatételt speciálisan formalizált alakját használjuk. S mivel ez a fogalomkör a középfokú oktatásban elsősorban éppen Newton második törvényének bevezetése kapcsán használatos, a dinamika alaptörvénye helyett a sztatikai felépítésekben a munkatételt szokás tanítani. Az ebben rejlő veszély súlyosságára éppen az imént idézett tankönyv szolgál intő példával, amikor a merev forgás alaptörvényét levezeti [10: 102] (vö. III. 29.).

Általában igaz, hogy a sztatikai felépítés tankönyvei új anyag tárgyalása vagy példamegoldás közben ritkán hivatkoznak fizikai törvényekre, elboldogulnak azok nélkül is. Okfejtéseik hátterét inkább valami zavarosan értelmezett megmaradási elv (ill. az ezzel kapcsolatos mérlegegyenlet) látszik biztosítani. Ebbe a képbe illik bele az erő energiaváltoztató hatás értelemben vett használatára utaló számos apró szóhasználati tünet is: A húzóerő 16 newton. A súrlódási erő most is csak 12 newton, marad 16—12=4 newton, amely erő gyorsítja a téglát. ... A téglát 30 newton nagyságú erővel húzzuk, ebből a súrlódás 24 newtonra képes kivédeni. A megmaradt 30—24=6 newton gyorsítja a téglát. [10: 76, 77]... Az együttes tömeg gyorsulása $33,6 : 5,6 = 6 \text{ m/s}^2$ volna. Tehát az m_2 gyorsításához $0,6 \cdot 6 = 3,6 \text{ N}$ volna szükséges, de súrlódási erő m_2 -t csak 3 N-nal képes gyorsítani. Ilyenkor a következőképp kell számolni: a 33,6 N-ból levonandó 3 N, amely m_2 -t $3 : 0,6 = 5 \text{ m/s}^2$ -tel gyorsítja. A megmaradt 33,6—3=30,6 newton m -et gyorsítja $30,6 : 5 = 6,12 \text{ m/s}$ gyorsulással. [10: 80]

Az idézett példa sajnos korántsem egyedi. Nem az erő energiaváltoztató hatásként való használatából ered, de ugyancsak a vektormennyiségek zavaros értelmezésével kapcsolatos, s így ide kívánczodik a következő, társadalmi kihatását tekintve is súlyos, kontraszelekciohoz vezető eset. 1975-ben a műszaki és tudományegyetemek írásbeli felvételi vizsgájának egyik feladata így szólt: Egy testre állandó nagyságú erő hat, úgy, hogy a pályára az erő mindig merőleges. Egy adott pillanatban a test impulzusa $0,2 \text{ kgm/s}$, majd $0,05 \text{ s}$ múlva az impulzusvektor megváltozását $0,2 \text{ kgm/s}$ nagyságúnak találjuk.

- Milyen a pálya alakja és a mozgás lefolyása?
- Mekkora az erő nagysága?

(A mozgás síkban történik.) [33: 102] A feladat szellemes és egyszerű. A megoldás kulcsa kétségtelenül a körpálya felismerése, ami a kifejezetten gyenge tanulóól is elvárható lenne, ha a tankönyvek az egyenletes körmozgást végző test gyorsulásának irányáról azt tanítanák, ami a lényeg, ti. hogy a sebességre minden pillanatban merőleges, nem pedig azt, hogy a kör középpontja felé mutat. Ebből adódott, hogy ez mint 20 pontos 6. feladat egyáltalán szelektív erejű lehetett. Csakhogy a b) kérdésre — feltehetően a feladat szerzőinek elképzelése ellenére — a mozgás jellegének felismerése nélkül is minden jelölt válaszolni tudott, aki egyáltalán nekivágott a feladatnak. S ez a 20-ból 10 pontot jelentett volna, ha a javítók a megoldást elfogadták volna. A Magyar Televízióban is ismerttetett, több helyen kinyomtatott hivatalos megoldás azonban a következő kitért tartalmazza: Úgy tűnik a feladat egyszerűbben is megoldható az alábbi képlettel:

$$F = \Delta I / \Delta t = 0,2 / 0,05 = 4 \text{ N}$$

Ez a megoldás azonban elvileg hibás. Az $F = \Delta I / \Delta t$ összefüggés csak akkor alkalmazható, ha $\vec{F}$ és $\vec{\Delta I}$ vektorok azonos irányúak. A feladatban pedig erről szó sincs. Az erő iránya állandóan változik, a megadott $\vec{\Delta I}$ vektor viszont ka egyféle irányú a feladatban. [33: 107].

Lám a dinamika alaptörvényét skalár egyenletté „egyszerűsítő” tradicionális felépítés nemcsak a diákok fejét zavarta össze, hanem az országos egyetemi felvételi feladatokat összeállító és a javító szakbizottságokét is! Mert hogyan kell vajon azt érteni, hogy

a dinamika alaptörvénye csak akkor használható, amikor $\vec{F}$ és $\Delta\vec{I}$ egyirányú? Hát nem éppen a dinamika alaptörvénye állítja ezt?! Csodálkozhatunk-e ezek után azon, hogy a diákság a fizikai törvények helyett inkább feladattípusok megoldását igyekszik tanulni a felvételi vizsgára készülvén?

III. 19. Newton harmadik törvénye (tankönyvi lecke)

A dinamika alaptörvénye után a tankönyv ismét Newton harmadik törvényével foglalkozik: *A törvény analitikai oldalát már megismertük (lásd. ...). A törvény a mozgások szempontjából azt jelenti, hogy két, m_1 és m_2 tömegű testnek F erővel való egymásra hatásából származó gyorsulására érvényes a következő összefüggés: $m_1 a_1 = m_2 a_2$. [7: 156]* Nem azt jelenti. Annál többet: nevezetesen, hogy az erőttörvények a változóikban szereplő testpárok felcserélésével szemben a következő értelemben szimmetrikusan

viselkednek: $\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A}$. Ez viszont nem csupán tiszta párkölesönhatásra teljesülő — vagy még inkább csak arra értelmezhető — állítás (mint az $m_1 a_1 = m_2 a_2$). És éppen ez a többlet teszi a harmadik törvényt mássá, mint az impulzusmegmaradás törvénye, no és mellel még éppen ez biztosítja a törvény mechanikai feladatok megoldásában való alkalmazhatóságát is. (Továbbá éppen ezért nincs a törvénynek külön sztatikai és külön dinamikai oldala.)

III. 20. A testek tömege és súlya (tankönyvi lecke)

Talán éppen a súlyfogalom az az eszköz, amelyet a tankönyv az egészséges fizikai fogalomrendszer kialakítása elleni merényleteihez idáig leggyakrabban használt. Ideje lenne hát legalább most, amikor elvileg már minden szükséges eszköz rendelkezésre áll — akár egy külön tankönyvi lecke keretében — amennyire lehet, rendbe tenni a dolgokat. Ehelyett a súlyos és tehetetlen tömeg kapcsolatát tárgyalja. A mérlegelésre alapozott tömegfogalom felidézése után ezt mondja: *A testek tehetetlensége miatt kézenfekvő, hogy a testek gyorsíthatóságát a tehetetlenségükkel hozzuk kapcsolatba. [7: 158].* Hogyan kell, egyáltalán, lehet ezt érteni? Sajnos a rögtön következő részletes kifejtés sem segít: *Nagyobb a tehetetlensége annak a testnek, amelyet az F erő kisebb gyorsulással mozgat és fordítva. Egyenlő tehetetlenségűeknek tekintjük azokat a testeket, amelyeket adott erő ugyanakkora gyorsulással mozgat. A nagyobb tehetetlenségű testre nézve F/a értéke nagyobb, mint a kisebb tehetetlenségű testre nézve. Az $F/a = m$ összefüggést figyelembe véve: az egyenlő tehetetlenségű testeknek egyenlő a tömege, a nagyobb tömegű testeknek nagyobb a tehetetlenségük. A tömeg a testek tehetetlenségének jellemzésére is alkalmas mennyiség: a tömeg a test tehetetlenségének a mértéke. [7: 158].* Hát így sem könnyebb érteni!

Amennyire egyáltalán ki lehet hámozni, hogy mit szeretne mondani, a gondolatmenet a következő: Először kvalitatív definíciót ad: ha egy test ugyanakkora erő hatására kisebb mértékben gyorsul, azt mondjuk, nagyobb a tehetetlen tömege. Ezután kvantitatív szintre emeli a definíciót: az F/a hányados a tapasztalatok szerint a testre jellemző mennyiség, a test tehetetlen tömegének nevezzük. Így lehetne érteni. Csakhogy arra is azonnal fény derülne, hogy ha így vezetjük be a tehetetlen tömeg fogalmát, Newton második törvénye egyszerűen a definíció átfogalmazása, s hogy több állítás nincs is benne, mint a $a \sim F$. Bár Newton második törvényéhez vezető kísérletekben is éppen ezt igyekeznek igazolni, és a felépítés gondolatmenetéből is egyértelműen ez következik, mégsem szokás ezt így kerekén kimondani. Talán mert a második törvénynek nevezett állítás magasztosságát degradálná? Persze „az igazi” második törvényben valóban nem „csupán ennyi” van, de ez a tradicionális felépítésben — annak céljavesztettsége miatt — aligha derülhet ki. Az is benne van például, hogy a harmadik törvény egyáltalán ott állhat mellette, aminek viszont az az alapja, hogy a második törvény nem egyszerűen a legkézenfekvőbbnek látszó (kinematikai) mennyiséget állítja kapcsolatba a test kölcsönhatásait jellemző adatokkal, hanem egy megmaradó mennyiséget. Azaz az okozat oldalán a kölcsönhatást nem a sebesség, hanem az impulzus változásával parametrizálja, noha a közvetlen gyakorlati célhoz — a körülmények ismeretében a mozgások hely —

idő-függvényének meghatározásához — a sebesség deriváltjával való parametrizálás közelebb állna. Aligha hihetjük tehát, hogy Newton — mint mondani szokás — a relativisztikus mechanikáról mit sem sejtve „ráhibázott” a törvénymegfogalmazásban az

általánosabban teljesülő alakra, amikor a második törvénybe a mai $\vec{m}$ -nak megfelelő

mennyiség helyett $d(m\vec{v})/dt$ -nek megfelelőt írt. Sokkal valószínűbb, hogy ki akarta emelni a három törvény egységes fogalmi alapját, a megmaradási törvényt. Feltéhetően ugyanezzel magyarázható az első törvénynek a tulajdonképpeni mondanivalót áttételesebb formában tartalmazó, de a megmaradási tételre nyíltan utaló megfogalmazása is (ami — ha így volt — nem érte el célját, viszont számos felületen értelmezésből fakadó félreértéshez vezetett). Hogy aztán így a második törvényt sokkal általánosabb érvényűre sikerült formulázni, mint a kései utódok többségének abból a véletlen szerencse helyett inkább a fogalmi alap alkalmas megválasztásának óriási jelentőségére kellene következtetnünk!

Hát ez az a legfőbb ok, ami miatt — ha egy mód van rá — el kell kerülnünk az etalonrugóval közvetve vagy közvetlenül manipuláló, a törvény tényleges tartalmának megírására helyezett $a \sim F$ arányosságot egyetlen mérőszorozat eredményévé „egyszerűsítő” tanítási próbálkozásokat. És persze még az is, hogy így szemlélve a dolgokat, már a fogalmi alapokat szem elől tévesztő tradicionális felépítések mindegyikében felbukkanó számos explicit szaktárgyi hiba sem látszik véletlennek.

Visszatérve a tankönyvi gondolatmenethez, a tömeg és a tehetetlenség kapcsolatának zavaros fejtegetése után megállapítja: *A dinamika alaptörvényében szereplő és a test gyorsulásával meghatározható tömeget megkülönböztetésül a test tehetetlen tömegének nevezzük, a mérleggel meghatározható tömeget a test súlyos tömegének mondjuk. Alapvető tapasztalati törvény, hogy ugyanannak a testnek a tehetetlen tömege és a súlyos tömege egymással egyenlő.* [7: 158]. A dinamika alaptörvényének hibás értelmezéséből fakadó újabb üres állítás! Ha ugyanis valamilyen kísérletben mégsem találunk egyenlőnek az így definiált kétféle tömeget, nem arra kellene következtetnünk, hogy a súlyos és a tehetetlen tömeg mégsem egyenlő, hanem, hogy hibásan ismertük az adott esetre vonatkozó erő-törvényt. A tankönyv által bemutatott formában az egész kérdés-felvetés értelmetlen. Maga a kétféle tömegfogalom definíciója sem célszerű (különösen úgy, hogy a súlyos tömeg fogalma a karos mérleghez kötődjön), csak megnehezíti az alapkérdés világos felvetését. Ha csak egy tömegfogalmat vezetünk be — azt, amit tehetetlen tömegnek szokás nevezni —, az Eötvös-kísérlet alapkérdése így fogalmazható: *A rányos-e a súlyerő (=gravitációs erő) a test tömegével? Ez így rendkívül egyszerű és világos kérdésfelvetés.* Persze csak akkor, ha a (tehetetlen) tömeget nem az F/a hányadossal definiáljuk, hanem a lényegi fogalmi jeggyel, ti. azzal, hogy a sebességet megmaradó mennyiséggé tesszük. Ha így csináljuk, nemcsak világossá és egyszerűvé válik mindez, de szükség esetén zökkenőmentesen terjeszthető ki a relativisztikus mechanikára. A szatikai felépítésű tankönyvek többsége szükségét érzi, hogy a relativisztikus tömeg-növekedésről szót ejtsen (pl. [7: 159], [10: 42]), ami azonban az F/a hányadossal definiált tömegfogalmat alapul véve üres állítások sorozata, lényegében egy tartalmatlan dogma. Mert ugyan mi alapon állíthatjuk a gyorsítócső azonos helyén különböző nagyságú sebességgel áthaladó elektronok különböző mértékű gyorsulását észlelve, hogy az elektronok **tömege** függ a sebességnagyságtól, nem pedig az elektronokra ható erő?!

De nézzük csak tovább a tankönyvet! Ahelyett, hogy a dinamika alaptörvényét követően legalább a kivételes képességű gyerekekkel megpróbálhatna valamit megsejtetni, megéreztetni a newtoni gondolatok nagyszerűségéből, azzal kell foglalkoznia, hogy megkísérelje feloldani a dinamika alaptörvényének bevezetése után nyilvánvalóvá váló — magában a bevezetésben is mérhetetlen zűrzavart okozó — nyílt ellentmondást, nevezetesen, hogy most már mégsem igaz az eddigi alaptörvény rangjára emelt megállapítás, miszerint a test súlya a felfüggesztésre vagy az alátámasztásra hat. Így teszi: *A dinamométer csak akkor méri a test mg súlyát, ha a dinamométert függőlegesen felfelé vagy lefelé nem gyorsítjuk. A dinamométer a ráfüggesztett test $G=mg$ súlyánál nagyobb F erőt jelez, ha a testet a dinamométerrel együtt „a” gyorsulással felfelé mozgatjuk. Ebben az esetben a test felfelé irányuló gyorsulását a felfelé irányuló F erőnek és a lefelé irányuló G súlynak a különbsége hozza létre, tehát $F-G = F-mg = ma$, ebből pedig: $F = mg + ma = m(g+a)$. A dinamométernek lefelé való gyorsításakor $G-F = F-mg = F-ma$, ebből $F = mg - ma = m(g-a)$. [7: 160].* Mindezt így, vektorokra utaló megnevezések és állítások skalár formulákkal kísért kusza keverékében, anélkül, hogy a meggondolások alapjául szolgáló valamiféle **törvényre** legalább utalni próbálna, és persze anélkül, hogy a bajok legfőbb forrását legalább utólag megszüntetné, azaz tisztázná végre, melyik testre hat a súlyerő. Inkább arra ügyel kényszerül, hogy elkerülje a dinamométer által a testre kifejtett erő megnevezését: a lényegyet elfedő homályba burkolva

a dinamométer által jelzett F erőnek mondja. Talán mert a korrekt megnevezés alapján könnyű lenne rájönni, hogy eddig ennek az ellenkezőjét nevezte súlynak, s akkor már az is nyilvánvalóvá válna, hogy a dinamika alaptörvényét alátámasztó kísérletnek éppen az volt a kiinduló pontja, amit itt tagad?!

III. 21. Egyenes vonalú egyenletes és egyenletesen változó mozgások összevetése (tankönyvi lecke)

Így kezdi: *A testek mozgása adott vonatkoztatási rendszerben esetenként több egyszerűbb mozgásból összetettnek tekinthető. Ez már önmagában is ellentmondásosnak hangzik, de nézzük a folytatást: ... Ha az utas a járműhöz mint vonatkoztatási rendszerhez viszonyítva adott idő alatt a jármű haladási irányában s_1 utat tesz meg, a jármű nyugalomban lévő vonatkoztatási rendszerben s_2 utat tesz meg, akkor az utas a nyugalomban lévő vonatkoztatási rendszerben $s = s_1$ utat tesz meg. ... [7: 162—163]. Mégsem arról van szó tehát, amit az első mondat és a cím ígér, hanem a vonatkoztatási rendszer transzformációjáról.*

A végére $v_{\text{össz}}$ jut a transzformációs összefüggéshez ($v = v_1 + v_2$), igaz, érthetetlen okból három alesetre tagolva a transzformációt a sebességek egymáshoz viszonyított iránya szerint. No de mi köze van ennek a címben is rögzített megkötésnek, hogy az egyes vonatkoztatási rendszerekhez viszonyított mozgások legyenek egyenes vonalúak és egyenletesek vagy legalábbis egyenletesen változók? Ez a hivatkozott tankönyvből nem derül ki, mert belőle — feltehetően a tankönyvgyorsító eredményeképpen — kimaradt az a következtetési lánc, amire a vonatkoztatási rendszer transzformációjának sebességekre vonatkozó összefüggését a tradicionális tankönyvek használják. A fizika szakos tantervű osztályok a tankönyvből idézve: *Ha a v_0 állandó sebességgel mozgó alapon egy test az alap mozgásának irányában egyenletesen gyorsuló mozgást végez, akkor a t idő alatt megtett út: $s_2 = v_0 t$, $s_1 = a/2t^2$, $s = v_0 t + a/2t^2$. Ez ugyanakkora, mint a v_0 kezdősebességű, egyenletesen gyorsuló test által megtett út. Kezdősebességgel rendelkező test gyorsuló (lassuló) mozgása úgy is felfogható, mintha a test egyidejűleg kétféle mozgást végezne. [8: 185]. Hát ezt meg hogyan kell érteni: a test egyidejűleg gyorsul is, meg nem is?! Nem lenne mégis csak világosabb, ha azt mondanánk, hogy a test úgy mozog (egyszerre csak egyféleképpen), hogy az általa megtett út $v_0 t + a/2t^2$! Aztán néhány oldallal arrébb már teljesen komolyan veszi, hogy a test egyidejűleg többféleképpen — ráadásul többfelé — mozog: *Vízszintes irányban dobjunk el egy testet. Jól megfigyelhető, hogy a test kétféle mozgást végez. Az elhajítás irányában távolodik, de ugyanakkor lefelé is esik.... Először azt vizsgáljuk, mimódon esik lefelé a test? Olyan szerkezetet használunk, amellyel golyót elejthetünk és ugyanakkor másik (az előzővel teljesen azonos) golyót vízszintes irányban ellökhetünk. ... [8: 192]. Aztán a konklúzió: A kísérlet tanúsága szerint az elhajlított test szabadesését nem befolyásolja az a körülmény, hogy a test egyidejűleg vízszintes irányban is mozog. A vízszintesen elhajlított test lefelé szabadon esik. Ha a test egyidejűleg kétféle mozgást végez, akkor az egyik mozgás nem befolyásolja a másik mozgás lefolyását. [8: 193] Helyrehozhatatlan károkat okoz a gyermeki gondolkodásban közelebből a tapasztalatok, megfigyelések értékelésében, a tapasztalatok és a gondolati struktúrák viszonyában, hogy a tradicionális tankönyvek rendszeresen olyan dolgokat olvasnak ki a kísérletekből, amelyek azokból nem olvashatók ki. És „melléktermékként” ezzel teljesen elvesztik a tapasztalati megalapozottság jelentését is. Az idézett esetben például egyszerűen nincs jelentése annak, hogy a vízszintesen eldobott test egyszerre kétféle mozgást végez, s ezért hamis az állítás, amely szerint a test egyidejűleg zajló kétféle mozgása „jól megfigyelhető”. A kísérlet tanúságából leszűrt végkövetkeztetés pedig amely — test egyidejű kétféle mozgását már feltételként tartalmazza — egyszerűen értelmetlen (=nem lehet tudni, hogy mit állít)! Mert ha pusztán az utóbbi kísérletre figyelve próbáljuk értelmezni az állítást, a feltétel, hogy a test egyszerre kétféle mozgást végez, aligha érthető másképpen, mint hogy a vízszintes kezdősebességgel indított test mindvégig más sebességgel mozogott, mint a nulla kezdősebességgel induló. A kísérletből leszűrhető tanulság meg nem egyéb, mint hogy a nehézségi erő által a testnek okozott gyorsulás a test sebességétől függetlenül mindkét esetben azonos. Dehát akkor meg miért nem ezt mondjuk? Így ugyanis világos lenne az állítás, és mellelleg komoly haszna is lenne: ti. éppen ez a tapasztalat jelenti a gravitációs erő sebességtől való függetlenségét. Ha viszont komolyan vesszük a tankönyvi gondolatmenetet, és a test egyidejű kétféle mozgását úgy értjük, hogy valamilyen vonatkoztatási rendszerhez viszonyítva adódik az egyik, másik vonatkoztatási rendszerhez viszonyítva a másik mozgás, a leszűrt következtetés: nem teljesül: a mechanika törvényei csak az egymáshoz képest egyenes**

vonali egyenletes mozgást végző vonatkoztatási rendszerekre alkalmazott transzformációval szemben invariánsak. (Feltéve persze még, hogy a „nem befolyásolja a másik mozgás lefolyását” kitételnek egyáltalán van jelentése, azaz, hogy a test kétféle mozgásában értelmezhető gyorsulásának — vagyis a test kétféle vonatkoztatási rendszerhez viszonyított gyorsulásának — azonosságát állítja.)

Van aztán olyan változat is, amelyik az előbbi kísérletből egyenesen az erőhatások függetlenségét véli kiolvasni [4: 75]. Abban azonban annyira másról van szó, hogy ez valószínűleg inkább terminológiai zavar lehet.

III. 30. A tradicionális tankönyvek terminológiai és szimbolikai zavarossága: a logikai következtetések értelemkárosító eltorzítása

A korábbi elemzésekből kiderül, hogy a tradicionális tankönyvek súlyos szaktárgyi hibái az általuk használt zavaros fogalomrendszerből erednek. A szaktárgyi fogalomrendszer nyelvi, ill. írásbeli megjelenítése alkalmasan megválasztott termikus technikusokon és alkalmas szimbólumrendszeren keresztül válik lehetségessé. Ezek a fizika esetében éppen olyan viszonyban állnak egymással, mint az emberi ismeretek bármely más területén: a szaktudományi fogalmak, törvények ismerete nélkül nyelvi megjelenésük üres verbalizmus, másrészt alkalmas terminológia és szimbólumrendszer nélkül nem lehetséges a magasszintű fogalom- és törvényrendszer tudati kifejlődése. Ez a téma terjedelmében és fontosságában egyaránt egy külön dolgozatban való feldolgozást kívánna, itt csupán a legtöbb bajt okozó mozzanatok felvillantására nyílik lehetőség.

Néhány igen fontos fogalomnak a tradicionális felépítésekben egyszerűen **nincs** neve: pl. erőösszeg, kovariáns értelemben vett vektorkomponens, forgatónyomaték-összeg, impulzusderivált, impulzusmomentum, impulzusmomentum-derivált. Ugyanakkor számos olyan megnevezést használnak, amelyek a **newtoni** mechanikában **nincs** fogalmi megfelelőjük: pl. mozgatóerő, gyorsítóerő, hatóerő, a rendszer gyorsulása (ami nem a tömegközéppont gyorsulása, nem is annak a nagysága, hanem valami ködös jelentésű fogalom, lásd pl. az ún. kocsikísérlet; vö. III. 18.), mozgások felbontása, centripetális erő, erő ellenében végzett munka. Vannak aztán olyan megnevezések, amelyek hamis vagy hiányos tartalommal telítődnek (itt fel lehetne sorolni szinte valamennyi fogalmat, amit a tradicionális tankönyvek egyáltalán használnak — most csak a leggyakrabban előfordulókat kiemelve): erő, eredő erő, súly, négyzetes úttörvény, vektor, tehetetlenség, kísérlet.

A szimbólumrendszerben a legtöbb nehézség kétségtelenül a vektorokkal kapcsolatban merül fel. A tradicionális tankönyvek által nyújtott vektordefiníció üres: *A fizikában azokat a mennyiségeket tekintjük vektormennyiségnek, amelyek a paralelogrammatétel szerint tehetők össze.* [7: 49] Ezt a definíciót, úgy tűnik, maga sem veszi teljesen komolyan, mert így folytatja: *Az erő tehát azért is vektormennyiség, mert az erők paralelogrammaszerkesztéssel tehetők össze.* [7: 49] És még vajon miért, ha egyszer a vektor jellegnek ez a kritériuma? (A definíció egyébként azért üres, mert nincs általában definiálva, mi értendő két mennyiség összetevésén.) Amennyi bajban magával a vektorfogalommal, legalább annyi a vektorok jelölésével (az előbbiek szerint persze a két dolog nem független egymástól): A vektorok jelölése nem csupán a kommunikáció eleganciáját emeli — mint sokan gondolják —, hanem igen fontos információértéke van, pontosabban lenne, ha a tankönyvek következetesen használnák. Vektorként jelölve pl. a sebesség is, a gyorsulás is csak elvétve jelenik meg a [7] tankönyvben. Pedig a sebesség definíciójában rögzíti: *A sebesség lezármaztatott és vektormennyiség.* Irányról azonban a definíció kapcsán nem tartja szükségesnek említést tenni (vö. III. 15.). Hasonló a helyzet a gyorsulással kapcsolatban is, amelynek definícióját ezzel zárja: *Kimutatható, hogy a gyorsulás vektormennyiség.* [7: 141] Már-már természetes, hogy ez is csak nyilatkoztatás marad, mert a gyorsulás irányából sem szól semmit. De hogyan értsük azt, hogy kimutatható? Ez nem definíció kérdése? Az egyik mondatban a sebességmegnevezés vektort jelöl (pl. Newton első törvényének megfogalmazásában [7: 126], a másikkban a sebesség nagyságát, majd egy mondatnál arrébb a sebesség előjeles vetületét [7: 163]. Ehhez hasonlóan beszél pozitív és negatív gyorsulásról [7: 181: 21. kérdés], pozitív és negatív erőről [7: 101]. Tovább fokozza az összevisszaságot, hogy gyakran lehet találkozni a vektorok **nagyságára** lekötött betűjelek [7: 39] előtt — jellel [7: 39, 92 166]: például $s = v_0 t + a/2t^2$ és $a = -0,2 \text{ m/s}^2$ [7: 164], de $s = v_0 t - g/2t^2$ [7: 166]. A mintaként bemutatott feladatmegoldásokban néha felír ugyan vektoregyenlőséget, de soha nem használja azokat semmire, ezért a vektorjelleg provizorikus hangsúlyozása a tanulók számára érthetetlen, és természetesen feleslegesnek tűnik. A vektoregyenletek

elkerülése valószínűleg abból adódik, hogy nem áll rendelkezésre a (kovariáns) vektor-komponens fogalma (vö. III. 10.), s így **nincs** hatékony eszköze a vektoregyenletek skaláregyenletekké transzformálásához, azaz a megfelelő skaláregyenletek felállításához számára valóban csak az alkalmanként minden egyedi esetre külön elvégzett geometriai megfontolások szolgáltatnak alapot. Többek között ez is oka lehet, hogy a dinamika alaptörvényét az összefoglalásban található egyetlen kivételtől eltekintve csak skalár egyenletként felírva tartalmazza és használja a könyv. Sajátos mozzanat, hogy az egyensúly feltételét viszont vektoregyenlet rögzíti [7: 89] — igaz, nem a dinamika alaptörvénye alapján. Eddig csak a sztatikai felépítés szellemében fejlődött mindennapos oktatási gyakorlatban élt, 1986 szeptemberétől tankönyvi anyag, hogy az *ellentétesen párhuzamos erők eredője az összetevők különbségével egyenlő*. [10: 17]. Tehát ilyenkor az erőket úgy kell összeadni, hogy kivonjuk őket. Vagy az eredő nem összeget jelent? De akkor meg mit keres a dinamika alaptörvényében a — szummációs index nélkül odabigyesztett! — szummajel?

Bár a fogalmak, jelölések és a terminológiai zavarossága a tradicionális tankönyvek általános jellemzője, mégis különösen bántó az, ami a legújabb (1986) sztatikai felépítésű tankönyvet [9]—[10] jellemzi. Ez azon tankönyvek egyike, amelynek a vektorok jelölésére egyáltalán nincs szüksége. A tankönyv fogalmi zavarairól kívívó szaktárgyi hibához vezető példa kapcsán másutt részletesebben van szó, itt inkább néhány olyan példát említek, ami kifejezetten rombolja a tapasztalatok rendszerezett ismeretként való tudati tükröződését, a fizikai mennyiségek, törvények közötti helyes viszony felismerését, egyáltalán a logikai kapcsolatok, műveletek helyes irányú fejlődését. Ilyen például a sebesség és a gyorsulás tankönyvi definíciója (amibe „egyszerűsége” révén még Newton I. törvénye is belefért).

A sebesség mértéke az időegység alatt megtett út: sebesség = út/idő. Az út jele: s, az időt t, a sebesség v, tehát $v = s/t$. A sebesség egységei... A sebesség vektor. A sebesség nevzetes tulajdonsága, hogy mindig csak két test kölcsönös mozgására jellemző, és ezért a sebesség a két test közös adata. Ez az adat mindaddig változatlan marad, amíg a két test között nem hat valamilyen erő, például a súrlódási erő. (Newton I. törvénye, az úgynevezett tehetetlenség törvénye)....

A gyorsulás mértéke a sebesség 1 másodpercre jutó megváltozása: $\Delta v/\Delta t = a$. A gyorsulás jele a. Mértékegysége: $1 \text{ m/s} / 1 \text{ s} = 1 \text{ m/s}^2$. Ha a test egységnyi gyorsulással mozog, akkor sebessége 1 másodperc alatt 1 m/s-mal lesz több. A gyorsulás vektor. Egy test gyorsulását önmagában is meg lehet állapítani, a környezethez történő viszonyítás nélkül. [9: 5—6].

A sebességdefiníciót követő megállapítás egyszerűen **nem igaz**: a kapura törő csatár kapushoz viszonyított sebessége igenis megváltozhat anélkül is, hogy a kapus erőt fejtené ki rá. (Persze ahhoz, hogy az ilyesféle megállapításoknak egyáltalán legyen határozott jelentésük, nem ártana megállapodni abban, hogy vonatkozási testként mereven viselkedő testet **választunk**.) Ennek a nem is igaz állításnak Newton első törvényeként való értelmezése pedig valószínűleg a legbálgább törvény-félremagyarázás, amit ki nyomtatott tankönyv valaha is tartalmazhatott. Még ha nem alkalmanként tetszőlegesen kiválasztott testpárookra, hanem egy adott vizsgálathoz rögzített vonatkoztatási testhez tartozó sebességváltozásokról beszélne is, akkor sem mondhatná az első törvény állításaként, hogy míg a testre nem hat erő (a testre ható eredő erő nulla, mint a tankönyvi példában a súrlódásmentes pályán gördülő kiskocsi esetében [9: 4]), a test sebessége nem változik. Ez **nem** az első, hanem a második törvény állítása. Az első törvény nem a második speciális esete! (Sajnálatos **tény** viszont, hogy ez a törvényértelmezés nem egyéb, mint a korábbi tankönyvek szellemében kialakult köznap oktatási gyakorlat rögzítése.)

Még zavarosabb a gyorsulás definíciója után kimondott állítás. Először persze ez sem igaz: A gyorsulás értelmezéséhez is van szükség vonatkoztatási testre, márcsak formai okok miatt is, hiszen a tankönyv is a sebességből származtatja. Igaz ugyan, hogy az egymáshoz képest állandó sebességgel mozgó vonatkoztatási rendszerekhez viszonyított gyorsulások egyenlőek, de vannak — szokás értelmezni — egymáshoz képest gyorsulva mozgó, forgó vonatkoztatási rendszerek is, amelyekhez viszonyítva más-más gyorsulásérték adódik. A tankönyvi állítás szerint azonban ilyesmiről **nincs** értelme beszélni. Így persze végleg elveszítjük azt a lehetőséget, hogy a későbbiekben olyan vonatkoztatási rendszert **választhassunk**, amelyhez viszonyított gyorsulásról a tankönyv szólni akart. (Igaz, erre úgy sem lenne lehetőségünk, mert a helyesen értelmezett első törvény kellene hozzá.) A gyorsulás abszolútságának, mindenféle vonatkoztatástól, viszonyítástól való mentességének deklarálása tehát végleg elzárja az utat az interciarendszer világos, egyáltalán jelentéssel bíró értelmezése elől, s ezzel együtt a Newton-törvények értelmezése elől is!

Eldondolkoztató az utóbbi megállapításból sugárzó, az üres verbalizmust mindennek fölé helyező szemlélet: Mit jelentsen a gyerek számára ez a megtanulandó, felelőskor bizonyára visszamondandó mondat, hiszen a megállapítás alátámasztására, tartalommal való megtöltésére az egész tankönyvben ennyi áll: *Sebességváltozás következik be, gyorsulás lép fel egy jármű indulásakor, fékeződések, sőt kanyarodásakor is, mert ekkor a sebesség iránya változik meg. Minderről tudomást szerezhethünk műszereinkkel, érzékszerveinkkel anélkül, hogy a jármű helyzetét egy másik testhez kellene viszonyítani.* [9: 6]

Jellemző a tankönyv átgondoltságára, szaktárgyi megalapozottságára, hogy bár a gyorsulás abszolútságát többször is explicite kimondja [9: 6], [10: 112], de maga sem veszi komolyan: ... a test a falhoz képest úton gyorsuló mozgást végez... [10: 51]. Különösen súlyos zavarokat okozhat ez a fejtegetés a heliocentrikus világkép magyarázatában, ahol az állítást, majd egy neki ellentmondó másikat egymást követő mondatokban szerepelteti: *Ismeretes természeti tény, hogy egyetlen test sebességét kérdezni értelmetlen dolog. A gyorsulást azonban egyetlen test esetében is meg lehet állapítani, más testekhez való viszonyítás nélkül. A Föld tengely körüli forgásából származó gyorsulást meg lehet állapítani például a Foucault-féle ingakísérlettel: egy inga síkja a Föld felszínéhez képest elfordul.* [10: 112—113] (A kiemelések az eredeti szövegben nem szerepelnek.)

Ennek a tankönyvnek, úgy tűnik, tudatosan nincs szüksége arra, hogy a kimondott definícióknak, törvényeknek határozott jelentése legyen. A gyorsulás definícióját követően azonnal definiálja Newton II. törvényét is, de a definíciót törvényfeltáró kísérletből leszűrt következtetés külsőségeibe burkolva:

Egy kísérlet példája szerint különböző meredekségű lejtőkön gurítunk le egy olyan kocsit, amelynek súlya 20 newton (például 260 cm³ vasból áll). Az egyik lejtő meredeksége 1 : 20, a másiké 1 : 10, tehát a kocsit mozgató erő az egyik esetben $20 \cdot 1/20 = 1$ newton a másik esetben $20 \cdot 1/10 = 2$ newton. (A lejtő meredekségén a lejtő magasságának és hosszának hányadosát értjük.) Az 1 méter hosszú lejtőn a kocsit az első esetben 2 másodperc alatt fut le, végsebessége 1 m/s, tehát gyorsulása $1 \text{ m/s} : 2 \text{ s} = 0,5 \text{ m/s}^2$ (a hajtóerő 1 newton volt). A második lejtőn 1,41 másodperc alatt fut le, és végsebessége 1,41 m/s, tehát itt a gyorsulás $1,41 \text{ m/s} : 1,41 \text{ s} = 1 \text{ m/s}^2$ (a mozgatóerő 2 newton volt). Tehát tapasztalat szerint a keletkező gyorsulás és a mozgatóerő egyenesen arányosak. Ezt a törvényt igen pontos kísérletekkel minden anyagra, minden testre érvényesnek találták. [9: 7]

Az utolsó mondat egyszerűen a tanulói fűjség félrevezetése: az itt kimondott törvényt semmiféle kísérletben nem találhatták érvényesnek sem inkább, sem kevésbé pontosan, mert ennek az állításnak nincs határozott jelentése. Sőt, fizikusok azt az egyébként jelentéssel bíró állítást sem ellenőrizték mérőkísérlettel soha, hogy ha a testre egyetlen erő hat, arányos-e a test gyorsulása az erővel. Nincs értelme ugyanis ellenőrizni: az erő úgy van definiálva, hogy ez a definícióból következően teljesül. Szokás ugyan arra hivatkozni, hogy az erőt másképpen is lehet definiálni. Mégis az $a \sim F$ kapcsolat ellenőrzésére soha semmilyen fizikai intézetben nem végeztek ellenőrző méréseket, s aligha lehet, hogy egy magára kicsit is adó szakfolyóirat közlésre fogadna el olyan cikket, amelyben a szerző minden eddigénél pontosabb kísérletről számolna be ennek alátámasztására. (A tankönyvkiadás — úgy tűnik — ebből a szempontból nem számít szakpublikációnak!) Ez azt mutatja, hogy az „ $a \sim F$ ” kérdésre a szakemberek nem a természettől várják a választ. Akkor viszont miért akarjuk elhithetni a gyerekekkel, hogy ez igen pontosan végzett mérőkísérletek eredménye?

Tegyük azonban most félre a szaktárgyi elemzést, hiszen ez az egész álkísérletre alapozott gondolatmenet Newton második törvényének alátámasztására — úgy, ahogy van — tökéletesen alkalmatlan, és figyeljünk inkább a gondolatmenetben a következtetések gondolkodáskárosító használatára: *Az egyik lejtő meredeksége 1 : 20 a másiké 1 : 10, tehát a mozgatóerő az egyik esetben $20 \cdot 1/20 = 1$ newton, a másik esetben $20 \cdot 1/10 = 2$ newton.* Hogy csodálkozhat a figyelmes diák, aki a „tehát”-ból arra következtet, hogy ezt neki érteni kéne! De nem érti — és nem is értheti —, mert a mondat második fele nem következménye az elsőnek, olyannyira nem, hogy a „mozgatóerő”-nek jelentése sincs (eddig szó sem volt róla). Nincs más választása, mint hogy elfogadja, tudomásul veszi: „Azt mondták, hogy a mozgatóerő az első esetben 1 N másodikban 2 N. Egyelőre nem tudom, hogy ez mit jelent, de majd bizonyára kiderül”. Így derül ki: **Tehát a tapasztalat szerint a keletkező gyorsulás és a mozgatóerő egyenesen arányosak.** És itt az átlagtanuló már bizonyosan elveszti a fonalat, egyszerűen ezt is tudomásul veszi

mint **tankönyv** igazságot. Mert nem meri elhinni — amire pedig bizonyára rájön, ha elgondolkozik rajta —, hogy a tankönyv állításával szemben **ezt nem lehetett a** kísérletben tapasztalni!

Amit ebben a kísérletben tapasztalni lehetett, csupán annyi, hogy a meredekebbre állított lejtőn a kocsis nagyobb gyorsulással mozog. A többi értelmezés kérdése. Lehetne értelmezni a látottakat pl. így: „Amikor a kocsis gyorsulása nagyobb, **azt mondjuk**, hogy nagyobb gyorsítóerő hat rá.” Vagy akár kvantitatív értelmezést is lehetne adni: „Látuk, hogy ahányszor nagyobb volt a lejtő meredeksége, annyiszor nagyobb volt a kocsis gyorsulása is. De éppen annyiszor volt nagyobb a kocsis súlyának lejtővel párhuzamos komponense is, ezért **azt mondjuk**, hogy a kocsit a súlyerő lejtővel párhuzamos komponense gyorsította, amit ezentúl mozgatóerőnek nevezünk.” (Persze ez utóbbi a tankönyv számára nem járható út: nemcsak azért mert, neki ez a megközelítés „bonyolult”, hanem mert az erőnek itt még nincs iránya — a súlyerőnek sincs! —, és persze komponensről sem beszélt még.) Az ilyen jellegű észrevételt — mint afféle akadáskodást — azzal szokás elintézni, hogy „mindegy, így is lehet mondani”. De nem mindegy! Mert a gyereknek éppen az ilyen jellegű mondatokból kell kiabsztrahálnia, mit jelent az, hogy „**tehát tapasztalat szerint**”. És ha úgy fogja absztrahálni, ahogyan azt itt a tankönyv használja, súlyos következményei lesznek. (Nem feltétlenül a mechanikai jelenségek értelmezésével kapcsolatban, hanem inkább, amikor 10 évvel később a termelési értekezleten feláll majd, és ezt mondja: „**Tehát a tapasztalat szerint**, elvtársak, a differenciálásra fordítható plusz jövedelmek egyenes arányban állnak a vállalatunk dolgozóival szemben támasztott követelmények emelkedésével. Vö. IV.)

Hogy az elemzett példák nem véletlenszerűen becsúszott egyedi értelmezési hibák, azt leginkább gyakoriságuk mutatja. A közvetlen folytatás: *A hatóerő és a keletkező gyorsulás egyenesen arányosak: $F/a = \text{állandó}$. Az egyenes arányosság állandója a gyorsított testtől függ, az illető test tehetetlenségének a mértéke, neve: jele: tömege, m . A tömeg (tehetetlenség) számértéke megadja, hogy mekkora erő hoz létre az illető testen 1 m/s^2 gyorsulást. Egysége 1 dm^3 víz tehetetlensége. Például előbbi kísérletünkben az arányossági szorzó $F : a = 2 : 1 = 2 \text{ kg}$. Valóban 260 cm^3 vas súlyú ugyanannyi, mint 2 dm^3 víz súlya. Pontos számítás esetén $2,04 \text{ dm}^3$ 0°C -os vízzel kell számolni. [9: 7—8] Újabb következtetésnek, pontosabban az egész gondolatmenet igazolásának álcázott megállapítás! Mert hogyan értsük azt, hogy „valóban”, ha nem önigazoló következtetésnek? Úgy, hogy bár ebből indultunk ki, mégsem kerültünk vele egy oldallal később ellentmondásba?*

IV. A bírálat elvi — a konkrét szaktárgyi ismereteken túlnyúló — alapjai

A dolgozatnak nem volt — már csak a terjedelemre való tekintettel sem lehetett — célja akár csupán egyetlen tankönyv valamennyi szaktárgyi és didaktikai hibáját elemezni. Ehelyett konkrét szaktárgyi felfogás — a newtoni szemléletű mechanika — fogalom- és törvényrendszerét alapul véve bírálja a tradicionális sztatikai felépítés fogalomrendszerének diffúz, ellentmondásos voltát, bemutatja azokat a zsákutcákat, amelyekbe a statikai felépítések torkollnak. Természetes, hogy kevés olyan kitéltet tartalmaz, amely szerint valamely tankönyvi megoldást kedvezőnek ítél meg, mert célja nem valamely tankönyv értékelése, hanem a statikai felépítés tarthatatlanságának konkrét példákon keresztül bizonyítása.

Egy oktatási koncepció helyes vagy tarthatatlan voltát matematikai értelemben bizonyítani nyilván nem lehet. A megítélés objektív alapjául a tanításában elért eredmények szolgálhatnak, ha biztosítható lenne, hogy az összehasonlítható oktatási kísérletben minden egyéb paraméter (taneszköz-ellátottság, tanári felkészültség, társadalmi megítélés: pl. felvételi stb.) legalább megközelítően azonos legyen. És még ez sem lenne elegendő, mert magukat az értékelési szempontokat csak az osztályszadalmi termelésben, tudományos kutatásban elért eredmények alapján lehetne értékelni, sőt kiválasztani is, ami egyrészt igen hosszú időt igényelne, másrészt olyan komplex feladatot jelentene, amelynek következetes végigvitelére még nincs példa a szakdidaktikai vizsgálatok körében. Az egyéb felmérések viszont inkább csak önigazolásul szolgálhatnak: A statikai felépítést tanuló diák az Atwood-gépes kísérlettel kapcsolatban feltett kérdésre „**menynyi itt a gyorsítóerő**”, azonnal tud válaszolni, és ennek alapján esetleg más feladatokat is meg tud oldani — némelyeket helyes eredményre jutva, némelyeket hibásan. A dinamikai felépítést tanuló gyerek erre a kérdésre legfeljebb dadogni tud valamit, mert magát a kérdést sem érti. Ugyanakkor viszont könnyen el tudja mondani, mi a mozgásegyenlet, mire való, hogyan kell megoldani — ha néhányszor valóban csináltatják vele az iskolában —, a statikai felépítést tanuló gyerek viszont megszólalni sem tud ezzel kapcsolatban, mert számára a dinamika alaptörvénye — szerencsés esetben is — csak arra való, hogy a megadott vagy megmért erő alapján ki lehessen számolni belőle a gyors-

sulást (nem ismeri Newton második törvényének az erőtvényekhez való viszonyát, a hely—idő-függvény fogalmát, mert ehelyett helyes vagy hibás útképleteket tanítottak neki). Természetesen ez csupán az oktatási koncepció megítéléséhez alapot adni hivatott felmérések problematikusságának sarkított bemutatása, a helyzet korántsem ennyire egyszerű.

Nem képezhetik a megítélés közvetlen alapját az érthetőségre, taníthatóságra vonatkozó vélemények sem. Az „érthető”, „nem érthető” megállapítások nem természetismereti kategóriák, nem értelmezhetők a szubjektumtól függetlenül, mint például a „mérhető”, „nem mérhető” fogalmak. A „megértettem” lényegében annyit jelent, hogy az új ismeretet asszimiláltam amár meglévő ismeretrendszerembe (konkrétabban: egy adott ismeretkör fogalmi skémájába), képessé váltam az új ismeretnek a korábbiakkal együttes, **összehangolt** mozgósítására, ha az előttem álló probléma ezt kívánja. Az új ismeret befogadása többnyire egyszerűen csupán bővíti a mozgósítható ismeretarzenált — ekkor a pszichológusok a fogalom asszimilációjáról beszélnek. Néha azonban az asszimiláció csak az adott fogalomkör, a már kiépült fogalmi skéma átrendezése, átstrukturálása után végezhető el — ezt akkomodációnak mondják. Az akkomodációra való képesség kétségtelenül az emberi gondolkodás egyik igen jellegzetes specifikuma, de pszichológiai vizsgálatok szerint az ismeretrendszer túlságosan gyakori átrendezése ellen az ember ösztönösen védekezik: A fogalmi skéma az egyén számára — éppen állandósága révén — olyan érték, amelynek bármiféle megváltoztatásával szemben ellenállást fejt ki. Kedvezőbb esetben egyszerűen csak azzal, hogy nem fogadja be az alapvető átrendeződést igénylő új ismereteket. Ez az, amit az egyén „bár szeretném, de képtelen vagyok megérteni” módon él át. Szélsőséges esetben azonban az akkomodációra való túlságosan erős késztetést a személyisége ellen irányuló fenyegetésként fogja fel, s ennek megfelelő a reakciója is [49: 56—57]. Mindez bizonyára evolúciós termék, amely elegendően flexibilissé teszi az egyén ismeretrendszerét a merőben új helyzetekhez való alkalmazkodáshoz is, de ugyanakkor konstans bázisú rendszert is biztosít, ami viszont magának az asszimilációnak, vagyis az ismeretek rendszerbe épülésének elengedhetetlen feltétele. Az ismeretrendszer és a gondolkodási mód tehát szoros kölcsönhatásban fejlődik. Akinél sok tapasztalata, élménye kapcsolódik a szentháromsághoz, annak ez előbb-utóbb logikusnak, **érthetőnek** látszik, különösen, ha alkalmas pedagógiai módszerekkel még rendezik is az ilyen jellegű ismereteit, megtanítják, hogyan kell használni azokat a világi jelenségek közötti eligazodásban. Igaz, az ilyen ismeretrendszerben gondolkodó ember *más* szituációban mondja, hogy „tapasztaltam”, „megértettem”, „következik belőle” stb., mint az, akinek köznapi ismereteit természettudományos alapokon rendezték, bővítették, de a kétféle „tapasztaltam” közül csak az adott ismeretrendszerek hosszútávú összirtásadalmi hasznossága alapján lehet kiválasztani az „igazit”. Vitatkozni persze két ilyen ember is tud egymással nyomós érveket felsorakoztatva egy-egy állítással, ezeket azonban a másik általában nem akceptálja, mert nem tekinti érveknek. S az ő ismeretrendszerében lehet, hogy valóban nem is azok, mert a témával kapcsolatos fogalmi skémáinak nincs olyan közös élményeken alapuló magja, amely az azonos típusú mondatok azonos értelmezhetőségét, azaz a tartalmas kommunikációt biztosíthatná.

Nincs ez másképp természetesen a fizika, s azon belül a mechanika fogalmaival sem. Az a tanuló, akinek elég sok feladaton keresztül mutatták meg, hogyan kell az adott helyzetben a gyorsítóerőt meghatározni, előbb-utóbb absztrahálja az egyes esetek specifikumaiból az általánosat, a gyorsítóerővel kapcsolatban például a **sebesség nagyságot** változtató hatás mértékét, vagyis az erő munka aspektusú szemléletét (vö. III. 18.). Kérdés, hogy ezt akarjuk-e! Mert tény, hogy ezzel néhány alkalmasan kiválasztott mechanikai problémában tájékozódni tud majd, de az általa használt impulzusfogalom szükségképpen energiajegyeket visel majd, magán ennek megfelelően fogalmi nehézségei lesznek az impulzus vektor jellegének alkalmazása körül (l. a [10] tankönyvből az impulzusmegmaradás tárgyalását és a forgómozgás alaptörvényének levezetését), s nem utolsósorban szükségképpen hozzáférhetetlen lesz számára a mozgások okozati meghatározottságának mikéntje, sőt egyáltalán mibenléte. Ha mindez nem baj, mert a kitűzött cél az, hogy az Atwood-gépet és néhány további hasonló elrendezést minél kevesebb formális művelet igénybevételével tudja kezelni, akkor kétségtelenül a gyorsítóerő tanítása az alkalmas eszköz. Ha azonban az impulzusmegmaradás, a dinamika alaptörvényének helyes értelmezése és a mozgásegyenlet elvi mondanivalójának megértése a fontosabb, akkor a vektor jellegű impulzust és erőt skalár energiává, ill. munkává „egyszerűsítő” tanítási módszernek helye nincs!

Éppen, mert a közös ismeretek rendszere bizonyos mértékig determinálja az őt mozgósító gondolkodási műveletek fejlődését, rendkívül veszélyes az a nézet, amely szerint megengedhető, sőt esetenként kívánatos a hamis ismeretek tanítása, mondván,

hogy a majdnem mindent megtisztító katarzis élménye maradandóbbá teszi a helyes ismereteket. Biztos, hogy így van azokban az esetekben, amelyekben a katarzis valóban létrejön. Ennek „ingerküszöbje” azonban egyénenként nagyon különböző lehet, s a tapasztalatok azt mutatják, hogy a hibás ismeretrendszer kiépülésének egy bizonyos szintje után az emberek többsége már egyszerűen nem képes a teljes átstrukturálásra. Sok egyéb mellett ezért sem lehet figyelembe venni a megítélés alapjaként a **megszokotthoz** (a megszokott rosszhoz) való ragaszkodás érveit: „világhírűvé vált fizikusok egész nemzedéke nőtt fel rajta”, „te is így tanultad, mégis megértetted a fizikát”, „ha eddig jó volt, jó lesz ezután is”.

Mindezek után a megítélés egyetlen korrekt szempontjaként az osztársadalmi hasznosság és szaktudományos igazság figyelembevételével megválasztandó oktatási cél kínálkozott: mit **akarunk** elérni a mechanika középfokú tanítása révén. Különösen fontos lenne ennek tiszta és világos körvonalazása a gimnáziumok tananyagában, ahol a fizika tisztán közismereti tantárgynak tekintendő, s mint ilyen, sokkal inkább a természettudományos megalapozottságú materialista világkép legfőbb pillére, sem mint szakmai ismeretek valamiféle gyűjteménye: tényként kell tudomásul venni, hogy a gimnáziumi tanulók többsége nem fizikatanár, vagy fizikus lesz, sőt bizonyosan azok vannak többen, akik fizikai ismereteiket mindennapi munkájuk során is legfeljebb áttételesen alkalmazzák majd, mint pl. az orvosok, vegyészek, mérnökök). Az alapvető kérdés: Mire törekedjen a mechanikaoktatás, mit próbáljon az átlagtanulók tudatában maradandó (az iskola elhagyását követően 10–20 év múltán is akár közbülső gyakorlat nélkül aktivizálható) ismeretként rögzíteni?

A jelenlegi, 1979-től érvényes tanterv oktatási célt csai a fizika tantárgy egészére ad. *A gimnáziumi fizikatanításnak az a célja, hogy az anyag fizikai mozgása alapvető törvényszerűségeinek megismertetésével és megértésével, s a megismerési folyamat közbeni tevékenységgel járuljon hozzá a tanuló személyisége egészének fejlődéséhez és szilárd világnézetének kialakulásához.* [42: 397] Ez majdnem semmitmondóan általános: alig lehet elképzelni fizikatanítást, amely ezt valamiképpen ne teljesítené. A cél megvalósítása érdekében elvégzendő feladatok részletezése sem sokkal több eligazítást ad, az egyes osztályokra vonatkozó részletezés pedig célokat már nem tartalmaz, csak követelményeket. A II. osztályban a mechanika anyagával kapcsolatban ezek a követelők:

A tanulók

- *értsék a mechanika alaptörvényeit, és tudják felhasználni azokat a mozgásokkal kapcsolatos problémák és más összetett események magyarázatára, megoldására;*
- *ismerjék a tömegközéppont fogalmát és a vele kapcsolatos tételt;*
- *értsék és tudják felhasználni az energia megmaradásának elvét;*
- *ismerjék az egyetemes tömegvonzás törvényeit, és tudják alkalmazni a Naprendszer tagjai mozgástörvényeinek értelmezésében;*
- *értsék a nyugalom relatív voltának és a megmaradási elveknek világnézeti jelentőségét;*
- *kísérletező, megfigyelő képességük fejlődjék (az első osztályhoz képest).* [42: 402].

Ez még mindig annyira általános, hogy sokminden befér (pl. a [10] és a [11] tankönyv egyszerre), ugyanakkor nem tartalmaz egy olyan vezérfonalat, amely úgy épülhetne be a tanuló ismeretrendszerébe, hogy amikor a ráépített részismeretek mind lehullottak róla, még mindig az általános műveltség aktivizálható részeként működhesen. Másképpen fogalmazva, nincs elegendő utalás arra, melyek azok az ismeretek, amelyeknek nem az ismeretrendszerben való formális jelenlétük a döntő mozzanat, hanem az, hogy működésük csak a gondolkodásmód alkalmas kialakításával, átformálásával válik lehetséggé, vagyis amelyek nem annyira jelenlétükkel, mint inkább maradandó **tudatformálásokkal** válnak az általános műveltség részévé.

Ebben a helyzetben a tanterv szellemével összhangban, de a konkrét tantervi szövegen túllépve kellett megválasztani a bírálat eszmei alapjaként a mechanika gimnáziumi oktatásának — mint közismereti tárgynak — az egész felépítést átszövő vezérfonalát, az oktatási célt, amelytől valóban várható, hogy nemcsak a fogalmi szférákba való beépüléssel, hanem az ismeretek átstrukturálásával rögzül — nagy súllyal ideszámítva a köznapi ismereteket is. Ezen szerepkör betöltésére két mozzanat látszik alkalmasnak:

- a megmaradási törvények keresése és használata mint a fizikai ismeretek célszerű rendezőelve

— a mozgási okozati meghatározottságának felismerése és alkalmazása a mechanikai jelenségek értelmezésében.

Ez a kettős vezérfonal tökéletesen összhangban áll a középfokú műveltség távlati tartalmára adott MTA-ajánlással [41] a fizika tantárgy egészére vonatkozó kitételével, s mint a mechanika gimnáziumi oktatásának **átfogó** oktatási célja, ez képezi a dolgozatban megfogalmazott szaktárgyi bírálat eszmei alapját.

Sajátosan paradox helyzet, hogy napjainkban az általános műveltségbe sokkal inkább beletartozik a mechanikus materializmussal kapcsolatos fogalomrendszer, s annak *filozófiai* megfontolásokra alapozott bírálata, mint az elnevezés alapjául szolgáló szaktudományos tény, ti. az ok-okozat kapcsolat mechanikán belüli jelentkezése. Ez szaktudományi, tudománytörténeti és világnézeti szempontból egyaránt sajnálatos: Aligha kétséges, hogy a mechanika az egyetemes emberi kultúrához elsősorban az oksági kapcsolat első — s talán legtisztábban körülhatárolható — megfogalmazásával járult hozzá. Ez történeti szempontból is jelentős lépése volt az emberi megismerésnek: az alkalmasan megválasztott — a konkrét problémához kidolgozott — *kvantitatív* módszer ugrásszerű fejlődést hozott a fizika fejlődésében, s mindmáig — amikor is az egyes természettudományok egyre inkább összefonódnak — a többi természettudomány által „megirigvelt” specifikus jegye maradt a fizikának. Ugyanakkor filozófiai szempontból sem várható a mechanikus materializmus szilárd fogalmi alapokról történő bírálata, ha az ismeretrendszerből kimarad a kialakulását megalapozó szaktudományi tények ismerete. Márpedig a gimnáziumi fizika tananyagának 1981-ig ismeret szintjén sem volt része, hogy Newton második törvénye alapján az ismert körülmények között lejátszódó mozgások *előre láthatók*, azaz, hogy az adott problémára vonatkozó *erőtörvények ismeretében* a mozgás hely-idő-függvénye meghatározható. És az 1988 után érettségiző diákok nagy rész ehelyett az ismeret helyett újra csak az „erőcsúsztatási” szabályokat stb. fogja magával vinni a mindennapi életbe mint a mechanika legfontosabb „mondanivalóját” (1. [9], [10])!

IRODALOM

(folytatás)

12. 1982: *Dede Miklós, Isza Sándor*: Fizika munkafüzet gimnázium II. osztály Tankönyvkiadó, Budapest, 1982.
13. *Dede Miklós, Isza Sándor, Györi József*; alkotó szerkesztő *Isza Sándor*: Tanári kézikönyv a fizika tanításához a gimnázium II. osztályában Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.
14. *Isza Sándor, Magyari László*: Írásvetítő transzparens sorozat a fizika tanításához a gimnázium II. osztályában KLTE Oktatástechnikai Központ, Debrecen, 1983.
15. *Isza Sándor és munkaközössége* (*Dede Miklós, Györi József, Holics László, Isza Sándor, Kiss Lajos, Radnóti Katalin, Szerdi János, Szijártó József, Tóth Ferenc*; alkotó szerkesztő: *Isza Sándor*): Gimnáziumi összefoglaló feladatgyűjtemény FIZIKA Tankönyvkiadó Budapest, 1985.
16. *Isza Sándor*: Változtatható frekvenciájú stroboszkóp Hazai kutató intézetekben kifejlesztett új fizikai mérési módszerek és mérőeszközök, MTESZ, Budapest, 1981.
17. *Isza Sándor*: Univerzális digitális mérőműszer Hazai kutató intézetekben kifejlesztett új fizikai mérési módszerek és mérőeszközök, MTESZ, Budapest, 1981.
18. *Isza Sándor*: Mechanikai mérőinterface HT—1080Z Szolnok megyei Pedagógiai Intézet, Szolnok, 1985.
19. *Isza Sándor*: Ütközések vizsgálata HT—1080Z Szolnok megyei Pedagógiai Intézet, Szolnok, 1985.
20. *Isza Sándor*: Rugóerőtörvény — rugalmas energia vizsgálata HT—1080Z Szolnok megyei Pedagógiai Intézet, Szolnok, 1985.
21. *Isza Sándor*: A mozgásegyenlet megoldása (Programcsomag HT—1080Z) Szolnok megyei Pedagógiai Intézet, Szolnok, 1983.
22. *Dede Miklós, Demény András, Juhász Sándor*: Empirikus út a mechanika alaptörvényeinek dinamikai bevezetésére Fizikai Szemle, Budapest, 1973. 2. szám.
23. *Isza Sándor*: Egy hibás fogalomalkotás következményei, egy versenyfeladat tanulsága Fizikai Szemle, Budapest, 1974. 10. szám.
24. *Isza Sándor*: Számítástechnika a fizikaoktatásban I, II, III. Fizikai Szemle, Budapest, 1982. 7, 8, 12. szám.
26. *Dede Miklós, Isza Sándor*: A gimnáziumi fizika tankönyvek tartalmi kérdéseiről A Fizika Tanítása, Budapest, 1983. 4. szám.
27. *Isza Sándor*: Új taneszköz A Fizika Tanítása, Budapest, 1986. 3. szám.
28. 1951—1954: *Bor Pál, Párkányi László*: Fizika az általános gimnázium III. osztálya számára Tankönyvkiadó, Budapest, 1951.
29. 1955—1961: *Bayer István, Hamza Tibor, Huszka Ernőné*: Fizika az általános gimnáziumok III. osztálya számára Tankönyvkiadó, Budapest, 1959.

30. 1962—1966: *Bayer István, Huszka Ernőné*: Fizika az általános gimnáziumok III. osztálya számára Tankönyvkiadó, Budapest, 1962.
31. 1967—1982: *Nagy János, Nagy Jánosné, Soós Károly*: Fizika a gimnázium III. osztálya számára Tankönyvkiadó, Budapest, 1973.
32. 1968— : *Párkányi László, Soós Károly*: Fizika a gimnáziumok szakosított tantervű III. osztálya számára Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.
33. *Radnai Gyula*: Fizika a felvételi vizsgán Tankönyvkiadó, Budapest, 1978.
34. *Dr. Bába Ágoston, Dr. Gáty Jenő, Dr. Koós István, Dr. Magyar László, Dr. Nagy László*: Összefoglaló és felvételi előkészítő fizikából középiskolásoknak KLTE TTK Felvételi Előkészítő Bizottság, Debrecen, 1978.
35. *Dr. Budó Ágoston, Dr. Pócza Jenő*: Kísérleti Fizika I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.
36. *Dr. Budó Ágoston*: Mechanika Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
37. *L. D. Landau, E. M. Lifsic*: Elméleti fizika I; Mechanika Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.
38. *Bába Ágoston*: Mechanika I. Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Kar, Debrecen, 1985.
39. *Dede Miklós*: Kísérleti Fizika I. Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Kar, Debrecen, 1974.
40. *Dr. Nagy László*: Fizika Szakmódszertani Gyakorlatok Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Kar, Debrecen, 1974.
41. A Magyar Tudományos Akadémia állásfoglalásai és ajánlásai a távlati műveltség tartalmára és az iskolai nevelőtevékenység fejlesztésére MTA Elnökségi Közoktatási Bizottság, Budapest, 1976.
42. A gimnáziumi nevelés és oktatás terve Tankönyvkiadó, Budapest, 1978.
43. *I. K. Kikoin, A. K. Kikoin*: Fizikatankönyv a középiskolák 8. osztálya számára Ragyanszkaja Skola, Kijev, 1975.
44. *I. K. Kikoin, E. Ye. Yeventshik (Moscow)*: The teaching of Dynamics in Secondary School Proceedings of the third Danube Seminar Visegrád, 1976.
45. *Jon Ogborn (London)*: Momentum as First: an Alternative Approach to Newtonian Dynamics Proceeding of the third Danube Seminar Visegrád, 1976.
46. *G. Delacote (Paris)*: The Quantity of Momentum is the Schol Proceeding of the third Danube Seminar Visegrád, 1976.
47. *Seymont Papert (Massachusetts)*: Computer Culture MICROSCIENCE International Workshop on the Use of Microcomputers in Science Education, International Centre for Educational Technology, Veszprém, 1985.
48. *Jon Ogborn (London)*: Computational Modelling in Science MICROSCIENCE International Workshop on the Use of Microcomputers in Science Education, International Centre for Educational Technology, Veszprém, 1985.
49. *Richard R. Skemp*: A matematikatanulás pszichológiája Gondolat, Budapest, 1975.
50. *L. Sz. Vigotszkij*: Gondolkodás és beszéd Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.

Adalékok az elektromágneses indukció tanításához

Bevezetés

Az elektromágneses indukció tanítása a középfokú oktatásban hagyományosan a kísérleti tapasztalatok képletbe foglalására épült anélkül, hogy az elektromágneses mezőben végbemenő változásokat akár a legegyszerűbb esetekre is szabatosan tárgyalta volna. Holics László tankönyve áttörést hozott e vonatkozásban. Az egyszerűsége, esetenként a rövidsége való törekvés a jelenségek leírását korlátozza, olyan kérdéseket vet fel, amelyeket az oktatásban válaszolni kell.

A kísérletezési lehetőségek jól ismertek. Ezeknek leírását jelenleg mellőzöm. Célom az, hogy részben háttérismeretként olyan felépítést adjak, amely fokozatosan, a speciálistól az általános felé haladva a fogalmakat és a végbemenő jelenségeket pontosítja. Többek között olyan kérdésekre is kitérek, hogy mikor kötelező az elektromos erő kifejezést használni, mikor lehet indukált feszültséget mondani, esetleg egyiket sem. Amíg például órizkedünk attól, hogy forgatónyomatokra N·m egység helyett J-t mondjunk, az elektromágneses indukció témakörében gondolkodás nélkül adunk meg mennyiségeket V egységekben olyan esetekben is, amikor feszültség nincs is értelmezve. Ezt a szokást magyarázhatjuk úgy, mint az elektromosságtanban praktikus MVSA rendszer követelményét, de akkor hangsúlyozni kell azt is, hogy nem minden mennyiség feszültség, amelynek V az egysége.

Az egyes részeket feladatokkal erősítem meg, feltüntettem a megoldások végeredményét is.

Alapismeretek

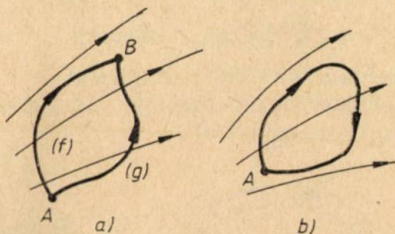
Néhány, a témához nem tartozó alapismeretet közlök annak érdekében, hogy rájuk a következőkben hivatkozni tudjak.

a) Töltések által keltett elektromos mezőben a mezőnek töltésen végzett munkája független az úttól (1. ábra). Ez a tény teszi lehetővé két pont között a feszültség értelmezését:

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = \dots = \sum_{A \rightarrow B} E \Delta s \cos \alpha \quad (1)$$

Zárt görbére

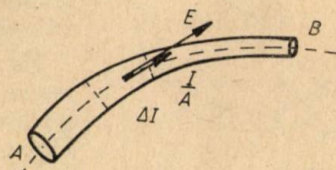
$$\sum_0 E \Delta s \cos \alpha = 0 \quad (2)$$



1. ábra

b) Egyenáramú áramkörti alapismeretek közé tartozik Ohm törvényének differenciális alakja, amely szerint az áramsűrűség arányos a térerősséggel: $E = \rho \cdot I / A$. Ha a 2. ábra szerint a vezető mentén a térerősség vonalösszegzését elvégezzük, akkor

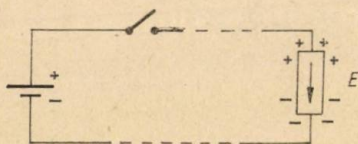
$$E \cdot \Delta s = \rho \frac{J}{A} \Delta s = J \Delta R$$



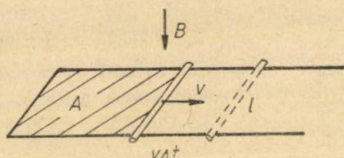
2. ábra

alapján

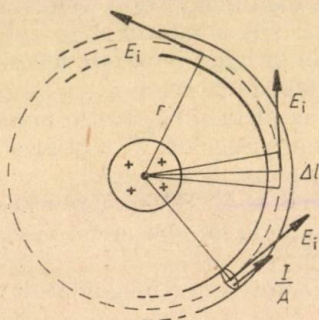
$$\sum_{A-B} E \Delta s = J \sum_{A-B} \Delta R = J R_{AB} \quad \text{adódik.} \quad (3)$$



3. ábra



4. ábra



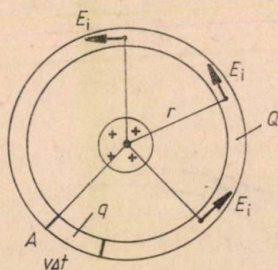
5. ábra

Amennyiben minden előzmény nélkül itt lehetne bevezetni az elektromos erőt, úgy definíció szerint az indukált térerősség zárt görbére vett vonalmenti összegeként vezetnénk be.

$$\mathcal{E}_i = \sum E_i \Delta s \cos \alpha, \quad \text{jelenleg} \quad \mathcal{E}_i = E_i 2r\pi \quad (6)$$

Galvánelemeknél, mágneses mezőben mozgatott vezetónél már szerepelt az elektromos erő fogalma, jelentése a töltésegység szétválasztására jutó munka vagy energia volt:

$$\mathcal{E} = \frac{W}{q} \quad (7)$$



6. ábra

c) Ha egy galvánelemmel és egy ellenállással áramkört készítünk, akkor a kapcsoló zárásakor (3. ábra) hirtelen létrejövő töltésfelhalmozódás hozza létre azt a térerősséget, amely (3) szerint az ellenálláson keresztül az áramot létrehozza. A kialakuló térerősséghez általában még járulékokat sem ad a telepen belüli kettősrétegek elektromos mezője. Az áramkör töltetlen marad ugyan, de egyes részei felületi töltéssel rendelkeznek.

d) Mágneses mezőben mozgatott vezető esetén a 4. ábra elrendezése alkalmas arra, hogy az indukált elektromos erőt

$$\mathcal{E} = Blv = \dots = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \quad \text{alakra hozzuk.} \quad (4)$$

Az indukált elektromos erő

Az elemi tárgyalás számára a legegyszerűbb viszonyokat hengerszimmetrikus elrendezéssel érhetjük el. Kis keresztmetszetű henger belsejére korlátozódó fluxust (fluxuscső) vegyünk körül egynemű, állandó keresztmetszetű fémhuzallal (5. ábra). A kísérleti tapasztalatokat úgy magyarázzuk, hogy a változó mágneses mező maga körül elektromos

mezőt indukál, $\vec{E}_i$ az indukált elektromos térerősség. A hengerszimmetriából is következik, hogy töltések keltette mező most nincs jelen. Ezért (3) szerint

$$E_i \cdot 2r\pi = JR; \quad E_i = \frac{JR}{2r\pi} \quad (5)$$

Hogy a (7) definícióból megkapjuk a jelenlegi (6) összefüggést, pontosan meg kell mondani, hogy mit értünk a definícióban szereplő munkán és mit szétválasztott töltésen.

Ha a vezetőkben I áram folyik, a töltés v sebességgel benne eltolódik. A vezető keresztmetszetén Δt idő alatt q töltés lép át. Ez a „szétválasztott” töltés (6. ábra). Ugyanakkor az indukált elektromos mező az egész vezető körben mozgó Q töltésen végzi a munkát. A

munka: $W = E_i Q v \Delta t$. A szabad töltés ugyanakkora koncentrációval van jelen, ezért $Q : q = 2r\pi : v \Delta t$ aránypárból $Q v \Delta t = q 2r\pi$, a végzett munkára és az elektromos erőre kapjuk:

$$W = E_i q 2r\pi; \mathcal{E}_i = \frac{W}{q} = E_i 2r\pi$$

A végzett munkára kapott eredményeinket úgy is interpretálhatjuk, mintha a szétválasztott töltésen az indukált térerősségből származó erő a zárt görbén végezte volna a munkát.

Az (5) egyenlet $I = \mathcal{E}_i / R$ alakú lett. Az $I \sim 1/R$ arányosság kísérleti tapasztalat. A részletes kísérleti vizsgálat $I \sim N(\Delta\varphi/\Delta t)$ tapasztalati összefüggésre, rajta keresztül az $\mathcal{E}_i \sim N(\Delta\varphi/\Delta t)$ összefüggésre vezet. Azt, hogy az arányossági tényező SI rendszerben éppen 1, nehezen tudjuk megmagyarázni. Némi segítséget jelent, ha hivatkozunk (4)-re. Összefoglalva eredményeinket az alábbi egyenletekig jutottunk el:

$$\mathcal{E}_i = E_i 2r\pi (= \sum_0 E_i \Delta s \cos\alpha); \mathcal{E}_i = JR; \mathcal{E}_i = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad (8)$$

$$E_i = \frac{1}{2\pi r} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad (9)$$

1. feladat. A 0,2 m hosszú, 2 mm átmérőjű, kör alakúra hajlított zárt rézvezetékét a síkjára merőleges homogén mágneses erőterbe helyezzük. A mágneses indukció egyenletesen változik, változási gyorsasága 0,2 V/m². A réz fajlagos ellenállása 0,0175 ohm·mm²/m.

a) Mekkora az elektromos térerősség a vezető belsejében? ($3,18 \cdot 10^{-3}$ N/C)

b) Mekkora az indukált áram erőssége? (0,574 A)

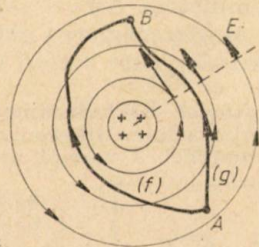
A hengerszimmetriától az általánosig

Tartsuk meg először a fluxuscsovet mint egyszerű vizsgálati esetet, és vegyük körül a változó fluxust tetszőleges alakú zárt vezetőhurokkal. A kísérleti tapasztalatok azt mutatják, hogy az áramerősség (és az indukált elektromos erő) ugyanakkora lesz, függetlenül a hurok alakjától. Ezt a tényt (9) alakú indukált térerősség esetén a matematika eszközeivel is könnyen visszaadhatjuk.

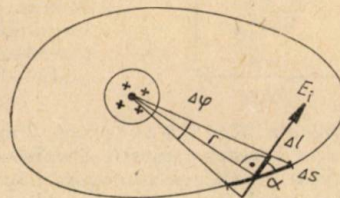
A 7. ábra azt mutatja, hogy a térerősség vonalmenti összegzése nem független az úttól. A $\sum_{A-B} E_i \Delta s \cos\alpha$ vonalmenti összegzés a (g) görbére pozitív, az (f) görbére negatív eredményt ad. Nincs értelmezve feszültség.

A 8. ábrán megrajzolt kicsiny Δs ívelemre az indukált térerősséggel a skaláris szorzat $E_i \Delta s \cos\alpha = E_i \Delta l$ eredményt ad, ahol Δl az ívelemnek a sugárra merőleges vetülete. Felhasználva a $\Delta l/r = \Delta\varphi$ ívmértéket, az elemi szorzatra az

$$E_i \Delta s \cos\alpha = \frac{1}{2\pi} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Delta\varphi$$

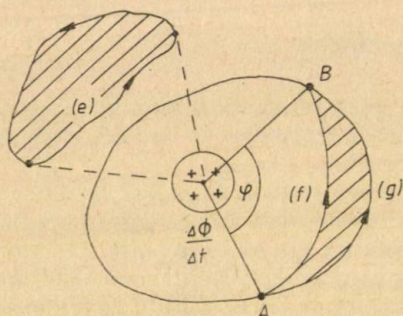


7. ábra



8. ábra

összefüggést kapjuk. Az indukált térerősség zárt görbére vett összegzése szögösszegzésre redukálódott:



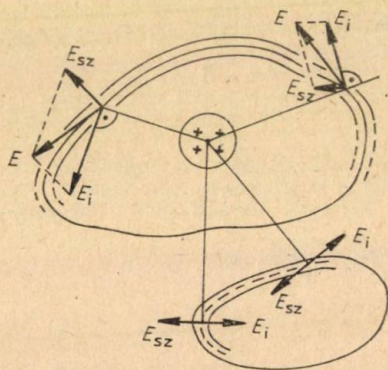
9. ábra

$$\sum_0 E_i \Delta s \cos \alpha = \frac{1}{2\pi} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \Sigma \Delta \varphi = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

tetszőleges, a fluxust körüllelő zárt görbére.

A számításból az is következik, hogy két görbére, melyeknek kezdő és végpontja megegyezik, és a két görbe által meghatározott felületen a fluxus nem változik (9. ábra), az indukált térerősség vonalmenti összegzése ugyanarra az eredményre vezet:

$$\sum_{A-B} E_i \Delta s \cos \alpha = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \cdot \frac{\varphi}{2\pi}$$



10. ábra

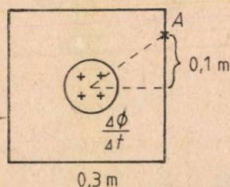
További következmény, hogy a fluxust körül nem vevő zárt görbére az indukált térerősség vonalmenti összegzése zérust ad.

Amit meg kell magyaráznunk, az az, hogy az indukált térerősségből hogyan lesz az áramsűrűséggel megegyező irányú eredő térerősség. Nyilvánvaló, hogy egy töltésfelhalmozódásból származó $\vec{E}_{sz}$ térerősség egészíti ki az indukált térerősséget az eredő $\vec{E}$ térerősséggé (10. ábra).

$$\vec{E} = \vec{E}_i + \vec{E}_{sz} \quad (10)$$

$\vec{E}$ összegzése (3) szerint $I \cdot R$ -et ad, $\vec{E}_{sz}$ összegzése zárt görbére (2) szerint zérust ad, míg $\vec{E}_i$ összegzése az elektromos erőt adja. Végeredményben most is az $\mathcal{E} = I \cdot R$ egyenletet kapjuk, nem kell a tárgyalási alapként kikötött henger-szimmetria. Arra is választ kaptunk, hogy miért integrális alakban egyszerűek az elektromágneses indukcióra vonatkozó törvények. Mindenképp a jellegzetes eredményekre vezető vonalösszegzések miatt.

2. feladat. Körkeresztmetszetű fluxus változási gyorsasága 0,05 V. A fluxust az ábra szerint szimmetrikusan körül vesszük a 0,3 m oldalhosszúságú, négyzet alakú zárt rézvezetékkel. A vezeték átmérője 2 mm, a réz fajlagos ellenállása 0,0175 ohm · mm²/m.

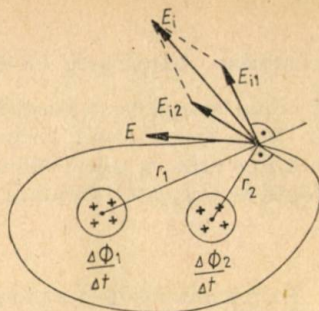


- Mekkora áram folyik a vezetékben? (7,48 A)
- Mekkora az elektromos térerősség a vezetékben? ($4,17 \cdot 10^{-2}$ N/C)
- Mekkora nagyságú és mekkora szöget zár be a vezetékkel az indukált térerősség és a töltésfelhalmozódás által létrehozott térerősség az ábra szerinti A pontban? ($4,414 \cdot 10^{-2}$ N/C, 33,7°; $2,5 \cdot 10^{-2}$ N/C, 78,4°)

3. feladat. Egy 0,2 m hosszú, 2 mm² keresztmetszetű rézvezetékkel és egy 0,4 m hosszú, 1 mm² keresztmetszetű alumíniumvezetékkel zárt, kör alakú hurkot készítünk. A hurk síkjára merőleges homogén mágneses mezőben a mágneses indukció 0,01 s alatt zérusról egyenletesen 0,05 Vs/m²-re növekszik. Az alumínium fajlagos ellenállása 0,026, a rézé 0,0175 ohm · mm²/m.

- a) Mekkora áram folyik a hurokban (11,8 A)
 b) Mekkora az indukált térerősség az alumíniumban és a rézben? (0,238 N/C)
 c) Mekkora a térerősség az alumíniumban és a rézben? (0,307, 0, 102 N/C)
 d) Mekkora a töltések által keltette térerősség az alumíniumban és a rézben? ($6,8 \cdot 10^{-2}$ és $-13,6 \cdot 10^{-2}$ N/C)

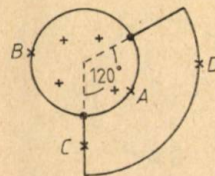
Hátra van még annak vizsgálata, egyben az általánosítás tervezett utolsó pontja, amikor tetszőleges fluxus halad át a vezető által meghatározott felületen. Tetszőleges fluxus fluxuscsövekből tehető össze (11. ábra). A szuperpozíció elvét felhasználva az indukált térerősség a fluxuscsövekben végbemenő fluxusváltozások által létrehozott indukált térerősségek vektori összege. A zárt görbére vett vonalösszegezést tagonként is elvégezhetjük:



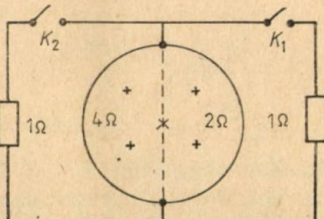
11. ábra a

$$\mathcal{E} = \sum_0 Ei \Delta s \cos \alpha = \sum_k \sum_0 Ei_k \Delta s \cos \alpha_k = \sum_k \frac{\Delta \varphi_k}{\Delta t} = \frac{\Delta \sum_k \varphi_k}{\Delta t} = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

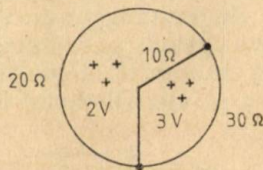
4. feladat. Az ábra szerint összehesztett vezetékrendszer ugyanabból a huzalból készült. A körvezető sugara 0,1 m, ellenállása 12 ohm. Az egyharmad körív sugara 0,2 m. A körvezetőn kívül a mágneses mező nem változik, a körvezetőn belül homogén, merőleges a körsíkjára, a fluxusgyorsasága 6 V.
 a) Adjuk meg az indukált térerősséget az A, B, C és D pontokban; A C pont a körvezető középpontjától 0,15 m távolságra van; (9,55, 9,55, 6,37, és 4,77 N/C)
 b) Adjuk meg a térerősségeket a fenti pontokban. (7,79, 10,4, 2,64 és 2,64 N/C)



5. feladat. Az ábra szerinti összeállításban a két félkör alakú vezeték ellenállása 4 ohm, ill. 2 ohm. A körvezető felületén áthaladó fluxus változási gyorsasága 6 V. Mekkora az áramerősségek, ha
 a) mindkét kapcsoló nyitott; (1 A)
 b) az egyik kapcsoló nyitott, a másik zárt; (0,429, 1,286, 0,857 A ill. 2,143, 0,429, 1,714 A)
 c) mindkét kapcsoló zárt? (1,367, 0,818, 2,727, 3,273 A)

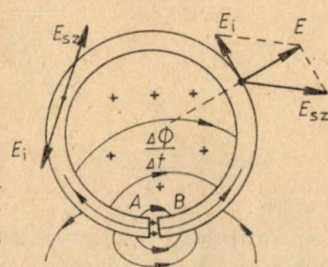


6. feladat. Az indukcióvonalakra merőlegesen elhelyezett 0,6 m² felületű kör alakú hurok egyharmadának ellenállása 30 ohm., kétharmad részéé 20 ohm. A csatlakozópontokat az ábra szerint összekapcsoló sugárirányú vezeték összes ellenállása 10 ohm. A mágneses mezőben a fluxus változási gyorsasága a kétharmad körlapon 2 V, az egyharmad körlapon 3 V.
 a) Mekkora az áramerősségek? (0,1, 0, 0,1 A)
 b) A vezetékek közül külön az egyiket, másikat majd a harmadikat megszakítjuk. Mekkora a feszültségek a megszakítási pontok között? (3,667, 2,75, 0 V) ↓



Az indukált feszültség

Hajlítsunk meg egy vezetéket. Két végpontja A és B kerüljenek közel egymáshoz (12. ábra). Ha a felületen áthaladó fluxus változik, akkor a felületi töltés átrendeződés olyan elektromos mezőt hoz létre, amelynek térerőssége az indukált elektromos térerősséget a vezető belsejében zérussá egészíti ki. Nyitott a kör, áram nem folyik. A (10) összefüggésből kiindulva ismét végezzük el a vonalösszegezést a vezető által meghatározott zárt görbére. Ha A és B közeli pontok, akkor



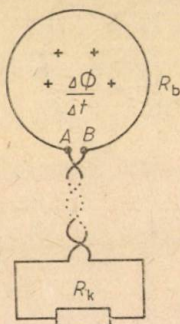
12. ábra

a statikus térerősség mellett az indukált térerősség a résben elhanyagolható, $\vec{E}$ vonalösszegzése a vezetőkben zérust ad, az $A-B$ résben pedig a fentiek miatt az U_{AB} feszültséget. Az indukált térerősség vonalmenti összegzése az elektromotoros erőt, a töltésfelhalmozódásból származó térerősségé pedig zérust ad. Végül is $U_{AB} = U_i$ indukált feszültség elnevezéssel

$$U_i = U_{AB} = \mathcal{E}_i = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad (11)$$

Ez a speciális eset az alapja annak, hogy az indukált feszültséget és az indukált elektromos erőt egyenértékűen szokás használni. A kísérletekben a tekercsre feszültségmérőt kapcsolva tapasztalati alapon az $U_i \sim N\Delta\varphi/\Delta t$ jól bevezethető anélkül, hogy a végbement jelenségekről mélyebb ismereteket szereznénk.

Módosítsuk a 12. ábra elrendezését úgy, hogy az $A-B$ kapcsokra zérus ellenállású huzalokkal R_k ellenállást kapcsolunk. R_k a huroktól lehet akár olyan távolságban is, ahol az indukált térerősség elhanyagolható, és R_k -n a töltésfelhalmozódásból származó térerősség hajtja át az áramot (13. ábra). Újra a (10) egyenletben szereplő térerősségek vonalösszegzését végezzük el:



13. ábra

$$\sum_0 E \Delta s = J(R_b + R_k) = JR_b + U_{AB}$$

$$\sum_0 E_i \Delta s \cos \alpha = \mathcal{E}_i = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

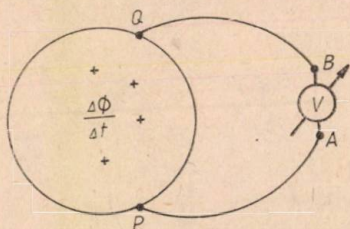
$$\sum_0 E_{sz} \Delta s \cos \alpha' = 0$$

Végeredményben a következő egyenleteket kapjuk:

$$JR_b + U_{AB} = \mathcal{E} \quad \text{vagy} \quad J(R_b + R_k) = \mathcal{E} \quad (12)$$

Az összefüggésben $U_{AB} = I \cdot R_k$ feszültség, $I \cdot R_b$ és $\mathcal{E}$ nem feszültség. Értelmeszerűen indukált feszültségnek csak U_{AB} -t lehetne nevezni. Ízlés kérdése, hogy mindhárom mennyiség egységként a voltot használjuk.

Az összefüggés azt is megmutatja, hogy nem csak szakadás esetén (12. ábra) lesz egyenlő az indukált feszültség az elektromotoros erővel, hanem akkor is, ha az áramhurok ellenállása a külső ellenálláshoz képest elhanyagolható. Ez a helyzet pl. egy elhanyagolt ellenállású önindukciós tekercs esetében is.



14. ábra

Ezek után egyszerű választ kapunk arra a kérdésre is, hogy a vizsgált elrendezésekben mit mér a bekapcsolt feszültségmérő. Ha a feszültségmérő két kapcsa közel van egymáshoz, vagy távol a változó fluxustól (a 14. ábrán az A és B pont), akkor a feszültségmérő az A és B pontok közötti feszültséget, vagyis a feszültségmérőn lévő feszültséget méri. Az ábra szerinti P és Q pontok között általában még értelmezve sincs a feszültség.

Az áramköri törvényekként a (12) típusú egyenleteket kell felírni független hurkokra. A csomóponti egyenletekkel együtt elegendő számú egyenlet adnak az áramok, és ha értelmezve vannak, a feszültségek meghatározásához. Ezt tettük már a 4., 5. és 6. feladatban is.

7. feladat. A $0,2 \text{ m}^2$ területű vezetőhurok ellenállása $0,5 \text{ ohm}$. A vezetőhurokra merőleges mágneses mezőben az indukció $0,1 \text{ Vs/m}^2$ értékről 0 -ra csökken.

a) Mekkora töltés halad át a hurokra kapcsolt, $0,1 \text{ ohm}$ ellenállású árammérőn? ($3,33 \cdot 10^{-2} \text{ C}$)

b) Mekkora az átlagos feszültség és az átlagos áramerősség az árammérőben, ha a mágneses indukció megváltozása 10^{-3} s alatt ment végbe? ($33,3 \text{ A}$, $3,33 \text{ V}$)

c) Mekkora átlagos feszültséget mutat az ábra szerinti árammérő helyére kapcsolt feszültségmérő a kísérlet megismétlésekor? (20 V)

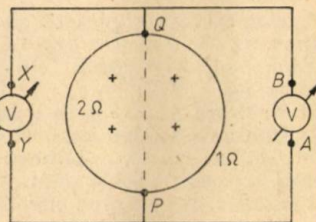


8. feladat. Az ábra szerinti kapcsolásban a két félgyűrű ellenállása 1 ohm , ill. 2 ohm . Fluxus csak a gyűrűn belül halad, a fluxus változási gyorsasága 2 V . A fluxus hengerszimmetrikus, a gyűrű sugara $0,15 \text{ m}$.

a) Mekkora áram folyik a gyűrűben? ($0,667 \text{ A}$)

b) Mekkora feszültséget mutat a két feszültségmérő? ($0,667 \text{ V}$, $1,334 \text{ V}$)

c) Mekkora a térerősség, az indukált térerősség és a töltéshalmozódás által létrehozott térerősség vonalmenti összege az 1 ohmos ellenálláson? ($0,667 \text{ J/C}$, 1 J/C , $-0,333 \text{ J/C}$)



További megjegyzések

1. Az elektromágneses indukcióra vonatkozó

$$\mathcal{E}_i = -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \text{ és speciálisan } U_i = -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \quad (13)$$

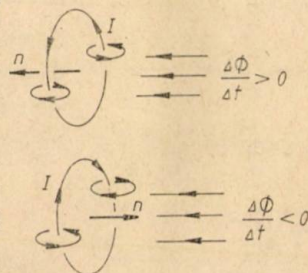
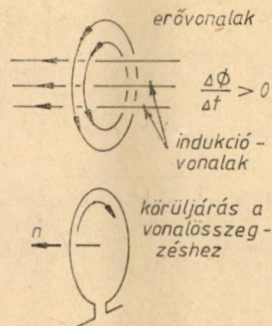
összefüggésekbe negatív előjelet szokás beírni. Ha nem magyarázzuk meg a negatív előjel eredetét, akkor az is meret formális marad, különösen az indukált feszültség képletében, ahol azt sem szokás megmondani, hogy melyik ponthoz viszonyított feszültségét értelmesszük. Különösen ellene vagyok az olyan egymondatos megjegyzéseknek, melyek Lenz törvényét akarják elintézni a negatív előjellel.

A változó mágneses mező által indukált elektromos mező esetében a természet „balkezes” (15. ábra). Az elektromos erővonalak balcsavarral veszik körül a pozitív fluxusváltozást. A zárt vezetőhurokhoz tartozó felület normálisát válasszuk meg úgy, hogy a pozitív fluxusváltozás „irányába” mutasson. Ekkor konvenció szerint a zárt görbére vett vonalösszegzést úgy kell elvégezni, hogy a körüljárás a kijelölt normálissal jobbsavart képezzen. Világos, hogy ilyen körüljárás esetén $\sum E_i \Delta s \cos \alpha < 0$, ugyanakkor $\Delta \varphi / \Delta t > 0$. A kettő közötti egyenlőséget billenti helyre a negatív előjel.

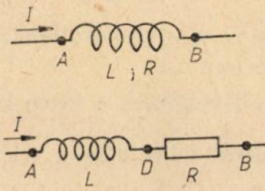
2. Lenz törvényét és a (13)-ban szereplő negatív előjelet összehozni csupán az előző konvenció tudomásul vétele után lehet. (Ha nem folyik áram, akkor is szerepel a negatív előjel, de Lenz törvényéről szó sincs.) Bonyolultabb magyarázkodás helyett azt kell megmutatni, hogy a vezetőben folyó áram mágneses mezője gátolja a fluxusváltozást (16. ábra).

3. Ha önindukciós tekercset kapcsolunk áramkörbe, akkor a 17. ábrán lévő jelölésekkel a (12) egyenlet

$$U_{AB} = I \cdot R + L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (14)$$



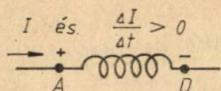
16. ábra



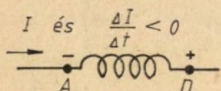
17. ábra

alakra vezet. Az ábra alsó részén látható helyettesítő kapcsolást megalkotva U_{AB} ,

$U_{AD} = \mathcal{E}_i = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ és $U_{DB} = I \cdot R$ mindhárom mennyiség feszültségnek nevezhető annak



$$U_{AD} = U_i > 0$$



$$U_{AD} = U_i < 0$$

18. ábra

hangsúlyozásával, hogy formális helyettesítő kapcsolásról van szó. U_{AB} lehet pozitív is és negatív is az $R \cdot I$ és $L \cdot \frac{\Delta J}{\Delta t}$ nagyságától, előjeletől függően

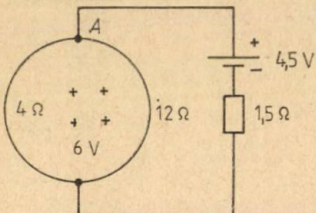
Lenz törvényét a helyettesítő kapcsoláson tudjuk jól értelmezni (18. ábra). A „+” és „-” jelölés az indukált feszültség polaritását adja.

9. feladat. Egy körvezető ellenállása 3 ohm. A körvezetőt megszakítva az ábra szerint egy 4,5 V feszültségű, 1,5 ohm ellenállású telepre kapcsoljuk. A hurok felületén áthaladó fluxus időegységre jutó változása ± 3 V.

a) Mekkora áram folyik a körben? (1,667 A, 0,333 A)

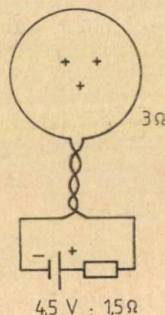
b) Mekkora a telep kapocsfeszültsége? (2 V, 4 V)

10. feladat. Az ábrán látható áramhurok egyik felének ellenállása 4 ohm, a másik felé 12 ohm. A két félhurok csatlakozási pontjaira 4,5 V feszültségű, 1,5 ohm ellenállású telepet kapcsolunk. Fluxus csak a körvezető által meghatározott felületen halad át, a fluxus változási gyorsasága 6 V.



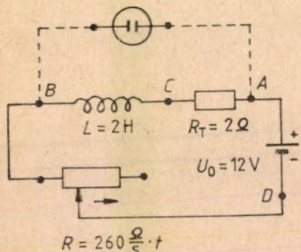
a) Határozzuk meg a vezetékekben folyó áramokat. (0,125, 1,875, 2A)

b) Mekkora az áramok, ha a telepet a körvezető másik oldalára kapcsoljuk úgy, hogy pozitív pólusa ismét az A pontra kapcsolódjék? (0,208, 0,875, 0,667 A)



11. feladat. Egy tekercs ellenállása 12 ohm, önindukciós együtthatója 0,5 H. A tekercsen átfolyó áram egy adott pillanatban 2 A, az áram változási gyorsasága ugyanebben a pillanatban ± 50 A/s. Mekkora feszültség van az adott pillanatban a tekercs két vége között? (-1 V, 49 V)

A gimnáziumi összefoglaló feladatgyűjtemény 20.50 jelű feladatának helyes megoldása.



19. ábra

A veszteséges tekercset egy veszteségmentes tekercsel és egy soros ellenállással helyettesítjük. Ekkor a tekercsben indukált EME-vel a 19. ábra szerinti U_{CB} feszültség egyenlő nagyságú. Az indukált feszültség

$$U_{CB} = L \frac{\Delta J}{\Delta t}$$

előjele a $\frac{\Delta J}{\Delta t}$ előjelétől függ. Ha $\frac{\Delta J}{\Delta t} > 0$, akkor

$U_{CB} > 0$, a teleppellenkapcsolásban, az áramerősség növekedését gátolja (Lenz törvénye).

A feszültségekre a következő egyenlet áll fenn: $U_{AD} = U_{AC} + U_{CB} + U_{BD}$, ami

$$\text{a konkrét adatokkal a} \quad 12 = 2J + 2 \frac{\Delta J}{\Delta t} + 260 tJ$$

$$\frac{dJ}{dt} + (1 + 130 t)J = 6 \quad (1)$$

differenciálegyenlethez vezet.

Az egyenlet megoldásához tudnunk kell a kezdeti és végső feltételeket (a $0 \leq t \leq 0,05$ s időintervallumról van szó). A következő lehetőségek állhatnak fenn:

1. Aki a realitásokat szereti, azt a feltételt támasztja, hogy a $t=0$ időpillanatban a tolóellenállás aktuális bekapcsolt része zérus ellenállású, és stacionáriusan 6 A-es áram folyik a körben. 0,05 s elteltével a csúszóérintkező a tolóellenállás végén ütközik, és ettől a pillanattól kezdve az ellenállás értéke 13 ohm marad.

2. Kevesebb realitással bír a következő feltétel. Készítsünk egy olyan tolóellenállást, amelynél a csúszóérintkező szakadásból rácsúszik az ellenállástestre, a másik végén pedig lecsúszik róla, újra szakadást idézve elő! Közvetlenül belátható, hogy ez a megoldás számunkra nem lehet érdekes, mert

a) A $t=0$ időpillanatban bekapcsolási jelenségről van szó, $I(0)=0$, és az indukált feszültség még a telep feszültségét sem érheti el, különösen nem növekvő ellenállás esetén. Amíg a csúszóérintkező az ellenállástesten van, a ködfénylámpa nem gyulladhat fel.

b) A $t=0,05$ s-os időpillanatban bármekkora áramot szakítunk is meg, a ködfénylámpa felvillan, mert az áramkörülemek kapacitásától, a keletkezett szikrakisüléstől eltekintünk. Ha csak a szikrázástól tekintenénk el, úgy vizsgálni kellene a kialakuló elektromágneses rezgés során létrejövő legnagyobb feszültséget. A számítások azt mutatják, hogy az indukált feszültség legnagyobb értéke $10^{-2} - 10^{-3}$ F szórt kapacitás mellett maradna 72 V alatt. Ez pedig a realitásokat nélkülözi.

Az (1) egyenlet egy nem állandó együtthatójú, inhomogén, elsőrendű differenciálegyenlet. Megoldását a homogén egyenlet általános megoldásának és az inhomogén egyenlet egy partikuláris megoldásának az összege megadja. Ezen utóbbit a homogén egyenlet általános megoldásából az együttható variálásával keressük meg.

A meglehetősen hosszadalmas levezetést mellőzve az $I(0)=6$ A kezdeti feltételt is kielégítő megoldás a következő:

$$J = 6 e^{-(t+65t^2)} \cdot \left[1 + \int_0^t e^{x+65x^2} dx \right]$$

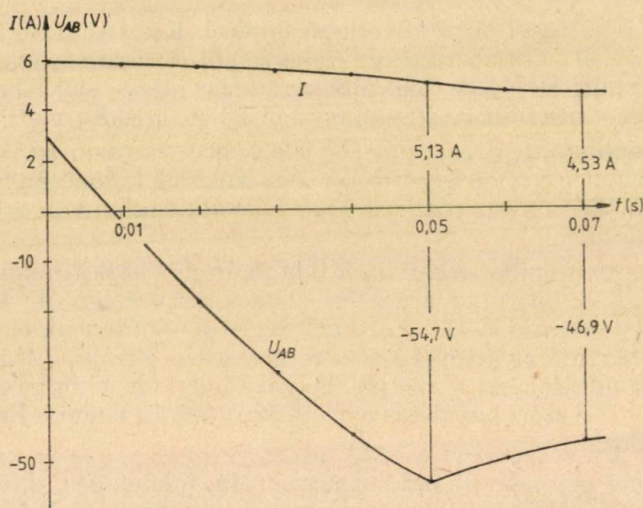
Az $U_{AB} = R_T \cdot J + L \frac{dJ}{dt}$ keresett feszültségre pedig a következő összefüggést kapjuk:

$$U_{AB} = 2(6 - 130 t J)$$

Az áramerősséget és az U_{AB} feszültséget a grafikon adja vissza. A függvény számításához szükség van az

$$\int_0^t e^{x+65x^2} dx$$

integrál kiszámításához. Ezt, és magát a függvényt PTK-1072-es zsebszámológéppel végeztem $\Delta t = 5 \cdot 10^{-4}$ s időközönként történő összegzéssel az időközök elején vett függvényértékkel. Az integrálás elvégzésének másik módja az integrandusz sorfejtésével lenne megvalósítható. Ha a másodrendű taggal a sorfejtést befejezzük, tekintettel a kérdéses intervallumban az $x+65x^2 \leq 0,1675$ egyenlőtlenségre, a sorfejtés hibája $x=0,05$ -nél a legnagyobb, mintegy 0,5%.



A közölt grafikonon az is rajta van, hogy $t=0,05$ s után, amikor a tolóellenállás értéke 13 ohm marad, hogyan változik az áramerősség és a kérdéses feszültség az idő függvényében. Ez egy lényegesen egyszerűbb differenciálegyenlet megoldásából adódik az előzőekben kiszámított kezdőfeltétel figyelembevételével.

A feladat által feltett kérdés eldöntéséhez a másik út a lépésenként történő számolással vezet.

Jelentse az i index az i -edik lépés után kiszámított mennyiségeket ($i=0, 1, 2, \dots$). A számolás algoritmus a (1) egyenletből követhetően a következő:

$$\left(\frac{\Delta J}{\Delta t}\right)_i = \frac{12 - (2 + 260 t_i) J_i}{2}$$

$$(U_{AB})_i = 2 \left[J_i + \left(\frac{\Delta J}{\Delta t}\right)_i \right]$$

$$J_{i+1} = J_i + \left(\frac{\Delta J}{\Delta t}\right)_i \cdot \Delta t$$

$$t_{i+1} = t_i + \Delta t$$

A számolást ugyancsak PTK—1072-es géppel végezve (ágyúval nem esztétikus verebet löni), az eredményeket ugyanaz a grafikon adja vissza. Az előbbi számítástól való eltérés lényegtelen, nem érdemes újra ábrázolni.

Végül is mindkét megoldás azt mutatja, hogy a ködfénylámpa nem gyullad fel.

Gyásza van a Kossuth Lajos Tudományegyetemnek, mindenekelőtt a Fizikai Intézetnek; gyászolnak a debreceni fizikusok és az ország fizika szakos tanárai.

A halál tisztos, öreg korban, hosszú betegség után is megrendítő; de még inkább az, ha egy kemény, erős férfi váratlanul és szinte hihetetlenül, alkotó munkája és alkotó kedve közepén távozik tőlünk és közülünk.

Ötvenhat éves korában, 1987. június 28-án elhunyt dr. Nagy László, a Fizikai Intézet docense. Egyetemi éveitől kezdve egyetemünkhöz és Debrecenhez kötődött, pályafutásának színtere is végig ez a város volt. Már hallgató korában vitathatatlanul kitűnt képességeivel; kitartása, adottságai, emberi kvalitásai meg voltak ahhoz, hogy kimagasló eredményeket érjen el, akár többféle területen is. 1954-ben szerzett kitüntetéses fizika-matematika szakos diplomát a KLTE-en.

Mint fiatal tanárnak tehetségéből, ambíciójából és energiájából futotta arra is, hogy tanári oklevele mellé villamosmérnöki diplomát szerezzen 1964-ben.

Pályája nem volt töretlen; munkássága, felelősségtudata annál inkább. Széles szakmai érdeklődési köre és szakmai biztonsága alkalmassá tették a legkülönbözőbb posztokon való helytállásra. Tanított középiskolában, amit olyan kedvvel végzett, hogy még később — egyetemi oktatóként — is számos alkalommal tette ezt. Az egyetem Elméleti Fizikai Tanszékén hallgató korában externista volt; éveken át dolgozott az Alkalmazott Fizikai Tanszéken; az utóbbi években pedig a Kísérleti Fizikai Tanszék keretében működött.

Több évtizede a jövő tanárnemzedékének tanította a szakmódszertant, igyekezett átadni saját tapasztalatait, amit szívesen osztott meg mindig, minden kollégájával is. A Fizikai Intézet nyugodt lehetett, hogy személyében a Szakmódszertani Csoport vezetése avatott, jó kezekben van. Szakmai biztonsága mellett saját igényességével igyekezett formálni hallgatóságát. Lelkiismereti kérdés volt nála a követelmény. Ha dicsért, akkor annak súlya volt. Tanítványai szerették, tisztelték. De az egyetemi hallgatók mellett ez legalább ugyanolyan mértékben elmondható a középiskolai tanárkollégákról, kiknek részére a (komplex) tanártovábbképzést évek óta szervezte, és Ő maga is tevékenyen részt vett benne.

Személyes ismeretségünk még az 50-es évek elején, hallgató korában kezdődött. Később folyamatos munkakapcsolatba kerültünk egymással. Oktatási-nevelési kérdések, problémák megoldásánál a véleménye mindig mérvadó volt, amire feltétlenül érdemes volt odafigyelni.

Egyéniségéből fakadt, hogy sokat, túl sokat vállalt. Ha úgy érezte, hogy jó és fontos üggyről van szó, mindig számítani lehetett rá, hogy részt vesz a megoldásban.

Vajon vigyáztunk-e, vajon figyeltünk-e rá eléggé? Nem kellett volna-e olykor jobban visszafognunk vagy segítenünk?

Nem mindennapi, jellegzetes egyéniség volt. Élete folyamán sok területen szerencsés volt, de igen sok akadályba is ütközött. A szakma — a fizika — szeretete minden megnyilvánulásán átsugárzott. Jelleméből fakadó emberi tartása tiszteletet ébresztett. Sokszor félreismerték. Tudott nagyon jó barát lenni.

Megértő, kedves, kissé fanyar, sokatmondó humora életbölcsséget sugárzott. Folyosóinkon gyakran megjelenő — legtöbbször siető léptű — alakjának hiányát máris érezzük.

S nekem személy szerint azt hiszem nagyon fog hiányozni, hogy ebédnél az asztalukhoz a napi gondok és örömek kötetlen megbeszélésére soha többé nem fog már barátilag hívni.

Munkásságát több kitüntetés, elismerés, közéleti funkció és magas szintű megbízatás fémjelzi. Így többek közt a TTK-n az egyetemi fizikus Felvételi Előkészítő Bizottság elnöke volt, de az Országos Felvételi Bizottság munkájában is részt vett. Hosszú éveken át fizikából az Országos Tanulmányi Versenybizottság tagja; A Fizika Tanítása c. lap szerkesztőbizottságának tagja.

Dr. Nagy László halálával az ország fizikatanítását fájdalmas, nehezen pótolható veszteség érte.

DR. TAMÁSSY LAJOSNÉ
egyetemi tanár
a Fizikai Intézet igazgatója

BALOGH LÁSZLÓNÉ DR.
OPI

Az 1987. évi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny

Fizika I.: a szakközépiskolai tanulók versenye

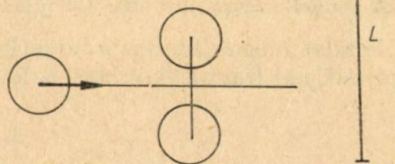
Az 1983—84. tanévtől kezdve — most már negyedik éve — a szakközépiskolai tanulók az OKTV külön kategóriájában versenyeznek. A Fizika I. kategória indítását több szempont indokolta. Mindenekelőtt az OKTV iránti megnövekedett érdeklődés. A lehetőségek bővítése, a szakközépiskolai fizikatanítás színvonalának fejlesztése miatt a Művelődési Minisztérium a versenyek körét kiszélesítette. A szakközépiskolákban más tantervek szerint, a műszaki szakközépiskolák két szakcsoportja kivételével kevesebb óraszámban tanítják a fizikát, mint a gimnáziumokban. A szakközépiskolai képzés gyakorlatibb jellegű oktatást igényel, ugyanakkor a szakmai tananyag — a szakközépiskolák egy részében — erősítheti a fizikai ismereteket, miközben gyakorlati alkalmazásukat is megkívánja. Éppen ezért a szakközépiskolai tanulók OKTV feladatainak összeállításánál az volt a célunk, hogy a gimnáziumétól eltérő jellegű feladatokat is kitűzzünk. Az eltelt négy év igazolta, hogy a szakközépiskolai fizikatananyagot jobban figyelembe vevő, realisabb, „méretre szabott” feladatok, a megnövekedett esélyek meghozták a szakközépiskolai tanulók versenyzőkedvét. Évente 600—800 tanuló jelentkezik ebben a kategóriában, a versenyek színvonala és a tanulók eredményessége évről évre nő.

A szakközépiskolai OKTV feladatait külön bizottság állítja össze és értékeli, mint a gimnáziumi változatokat. A Fizika I. Versenybizottság elnöke Antal János tanszékvezető egyetemi tanár, tagjai 50%-ban egyetemi oktatók, 50%-ban pedig szakközépiskolai szaktanácsadók és tanárok.

A versenyek gyakorlati fordulójának lebonyolítását vidéki felsőoktatási intézmények vállalták. Az első három évben a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Szilárdtest Fizika Tanszékén, ebben az évben a pécsi Janus Pannonius Tudományegyetem Tanárképző Főiskolai Karának Fizika Tanszékén folytak a versenyek. A gyakorlati fordulók előkészítése és lebonyolítása rendkívül sok munkát rótt a fizika tanszékek munkatársaira. Mindkét felsőoktatási intézmény munkája jelentősen hozzájárult a versenyek sikeréhez.

Az 1986—87. évi verseny első fordulójára 1987. január 5-én került sor. A feladatok a következők voltak:

1. Egy 25 literes gázpalack nitrogén-hidrogén gázelegyet tartalmaz. A gázelegy nyomása 15 MPa, hőmérséklete 27°C , és tömege 3 kg. Hány hidrogénmolekula és hány nitrogénmolekula van az elegyben?
2. L hosszúságú, felfüggesztett huzalon a legfelső pontból kiindulva m tömegű, kis méretű test csúszik le súrlódásmentesen, majd a huzal alján megakad. Pontosan mekkora lehet a huzal E Young-modulusa, ha a huzalban nem történik maradandó alakváltozás? A huzal keresztmetszete A , a maradandó alakváltozáshoz tartozó minimális feszültség T . (A huzal tömege és a súrlódás elhanyagolható.)
3. Vízszintes síkon két korong áll, a harmadik pedig — az ábra szerint — az álló korongok középpontjait összekötő szakasz felező merőlegesen mozogva ütközik velük. Mindhárom korong tömege és sugara azonos. Milyen távol volt a két álló korong középpontja, ha a harmadik korong az ütközés után megáll? (Minden súrlódástól eltekintünk.)
4. Pingponglabda pattog lefelé egy lépcsőn úgy, hogy minden lépcsőfokra egyszer pattan rá. A lépcsőfokok azonos méretűek, egy lépcsőfok magassága 12 cm. A visszapatnások során a labda sebességének vízszintes összetevője nem változik, a függőleges összetevő nagysága azonban a kétharmadára csökken. A levegő közegellenállásának fékező hatásától, valamint a labda forgásától tekintünk el. Mennyi idő telik el két ütközés között?



A megoldásokat a Középiskolai Matematikai Lapok egy későbbi száma közli. Az iskolákban megírt dolgozatokat a tanárok javították ki, és a javítás után valamennyit felterjesztették. A versenybizottság egységes elbírálással minősítette a tanulók munkáit, méghozzá úgy, hogy egy-egy feladatot ugyanaz a kisebb csoport érzékelt.

Az első forduló feladataiban három tanuló ért el maximális pontszámot. A legpontatlanabb megoldásokat, a legtöbb hibát a 2. feladatban tapasztaltunk.

A második fordulóra — amelyet 1987. március 11-én rendeztek — 84 tanuló (8 budapesti, 76 vidéki) hívtunk be. A második forduló feladatai a következők voltak:

1. Egy síkkondenzátor kapacitása C . Mekkora a lemezek közötti feszültség, ha az egyik fegyverzetre $4Q$, a másikra Q töltést viszünk?
2. Belül üreges fémgömb lebeg egy folyadék belsejében. Változik-e a gömb helyzete, ha nő a rendszer hőmérséklete?
3. A külső, r belső sugarú, n törésmutatójú üvegcsőre úgy ejtünk a cső alkotójára merőleges fénysugarakat, hogy azok a cső üreges részébe ne lépjenek be.
 - a) Mekkora a lehető legkisebb beesési szög?
 - b) Változatlan R sugar mellett legalább mekkorának kell lennie az r sugárnak ahhoz, hogy minden, az üvegbe belépő fénysugár elérje az üvegcső belső felületét is?
4. Lehet-e egy vízszintes asztalon öt egyforma pénzérmét úgy egymásra rakni, hogy a legfelső érme egyetlen pontja se legyen függőlegesen a legalsó érme felett? Valamennyi érme vízszintes helyzetű, és az asztalhoz csak egyetlen érme ér hozzá.

A második forduló feladatainak mindegyikét 100 ponttal értékeltük. Az elérhető 400 pontból a legjobb dolgozat 380 pontos volt, és 8 tanuló teljesített 300 pont felett.

A második forduló feladatlapjára a tanulók kódszámokat írtak. A versenyzőbizottság a dolgozatokat javítás után rangsorolta, majd a sorrend eldöntése után a tanulókat azonosította. A döntőbe az első 12 tanulót hívtuk be.

A gyakorlati fordulót 1987. április 22-én tartottuk Pécsen, a Janus Pannónius Tudományegyetemen. A döntőben az alábbi két feladatot kellett a tanulóknak megoldaniuk:

1. Feladatlap

Feladatok

1. A munkahelyén található eszközök felhasználásával mérje ki, hogy hogyan függ a megjelölt lencse fókusz távolsága a beeső fénysugár tengelytől mért távolságától!
2. A mérést lehetőleg többféle módon is végezze el!
3. Mérési eredményeit ábrázolja!

Megjegyzés

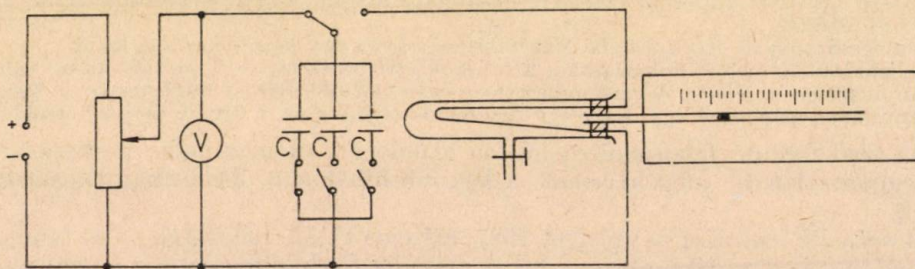
Munkája során törekedjék a pontos beállításra és mérésre. Mérési jegyzőkönyve tükrözze a mérési eljárásokat és a munka menetét!

A rendelkezésre álló idő: 120 perc.

A feladat megoldásához a következő eszközök álltak a tanulók rendelkezésére: optikai pad (tartozékokkal), tolómérő.

2. Feladatlap

A munkahelyén az ábra szerint összeállított kísérleti berendezést találja. Az összeállítás lényege az, hogy a kondenzátorok az általunk beállított, adott feszültségre feltölthetők és egy vékony, nagy ellenállású, levegőtermoszkópban lévő huzalon keresztül ki-sűthetők. A termoszkópba bezárt levegő tágulását tekintse *izobár folyamatnak*.



Feladatok

1. Az összeállított berendezéssel vizsgálja meg, hogy a levegőtermoszkópban lévő levegővel közölt energia hogyan függ a feltöltött kondenzátor kapacitásától és feszültségétől! Ábrázolja a mért eredményeket!
2. Határozza meg, hogy milyen hatásfokkal működött a berendezés, azaz, hogy a feltöltött kondenzátor energiájának hány százaléka adódott át valójában a termoszkópban lévő levegőnek! Végezzen 3 esetben számítást! (A levegő állandó nyomáson és állandó térfogaton mért fajhőinek hányadosa $\kappa = c_p/c_v = 1,4$)

Megjegyzés

A mérési jegyzőkönyv készítése során törekedjen az áttekinthetőségre. A mérési jegyzőkönyv tükrözze a mérési eljárást és a munka menetét is. A rendelkezésre álló idő 120 perc.

A feladat megoldásához a következő adatokat közölték még a tanu-

lókkal: A kondenzátorok kapacitása egyenlő ($C=1000\mu F$), a maximálisan használható töltőfeszültség 8 V (nagyobb feszültség alkalmazásánál a kapilláris csőben mozgó folyadékszál megszakadhat), a külső levegő nyomása 10^5 Pa, a kapilláris cső belső átmérője 1 mm.

Az első és a második feladatra maximális megoldást mindössze 1—1 tanuló adott (nem ugyanaz a diák). A versenyzők a mérések gyakorlati kivitelezését általában jól végezték el, viszont a jegyzőkönyvek már változatosabb képet mutattak. (A jegyzőkönyvek vezetésén, külalakján lemérhető, hogy a tanár mennyire követeli ezt tanulóitól.) A kísérleti forduló végső sorrendjét az eredmények értékelésében, a feladatok lényegének meglátásában mutatkozó különbségek alakították ki. Mivel a döntőben is kódszámokkal szerepeltek a tanulók, a versenybizottság az értékelés és a sorrend megállapítása után azonosította a tanulókat.

Az OKTV első 12 helyezését a második forduló feladatainak és a kísérleti forduló eredményeinek együttes figyelembevételével állapítottuk meg.

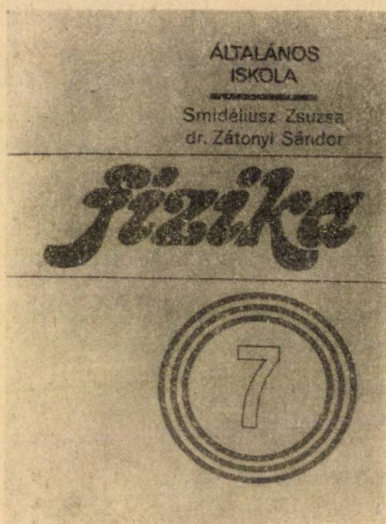
- I. díj: *Nyerges Gyula* IV. o. Esztergom, Battyán J. Szki.
Tanára: Pápa Mária
II. díj: *Török Sándor* IV. o. Széchenyi I. Szki. Pécs
Tanára: Kádár Gézáné
III. díj: *Bene János* IV. o. Debrecen, Mechwart A. G. Szki.
Tanára: Kopcsa József

Helyezettek:

4. *Sütő Zoltán* IV. o. Pécs, Zipernovszky K. Ip. Szki. t: Kiss Jenő
5. *Szűcs Attila* IV. o. Bp., Latinka S. Szki. t: Pecsénye Sándor
6. *Káli György* IV. o. Bp., Corvin M. Szki. t: Béres Katalin
7. *Szabó Zsolt* IV. o. Debrecen, Mechwart A. G. Szki. t: dr. Kopcsa József
8. *Széll Péter* IV. o. Bp. Kossuth L. Szki. t: Szabó István
9. *Naár Ákos* IV. o. Eger, Gép- és Műszeripari Szki. t: Székely Györgyi
10. *Kiss Árpád* IV. o. Tatabánya, Szabó József Szki. t: Pásztor Erzsébet

Dicséretben részesültek:

- Kiss László III. o. Jászberény, Erőszakmú Szki. t: Bakki Árpád
Szűcs László IV. o. Miskolc, 2. sz. Szk. t: Ambrózy Béla
Kerekes Attila IV. o. Debrecen, Mechwart A. Gépipari Szk. t: Kopcsa József
Kiss Péter III. o. Eger, Gép- és Műszerip. Szk. t: Sike Magdolna
Török György IV. o. Bp., Kossuth L. Szk. t: Szabó István
Nagy Zoltán III. o. Bp. Petrik Lajos V. sz. I. t: Nyitrai Róbert
Érsek Csaba III. o. Leninváros, Ip. szakm. és Szki. t: Lelkesi Jné
Rónaszéki Péter III. o. Tatabánya, Szabó J. Geológ. Szk. t: Kürthy E.
Varjas István II. o. Pécs, Zipernovszky K. Gépip. Szk. t: Kiss Jenő
Vankó György IV. o. Bp., Petrik L. Vegyip. Szki. t: Kiss Jolán
Balázs Károly III. o. Jászberény, Erőszakmú Szki. t: Bakki Árpád
Kossipos Zoltán IV. o. Kiskunfélegyháza, Petőfi S. M. Szk. t: Huszár F.
Bor Tibor IV. o. Miskolc, Bláthy O. Vill. ip. Szk. t: Héjj Márta
Gyulai Péter IV. o. Miskolc, Bláthy O. Vill. ip. Szk. t: Héjj Márta
Rozs Ákos III. o. Győr, Hild S. É. Szk. t: Nagy Erzsébet
Nemes László IV. o. Győr, Pattantyús G. Ip. Szk. t: Sárandi Mária
Molnár István IV. o. Debrecen, Mechwart A. Gépip. Szk. t: Kopcsa J.
Benedek István IV. o. Debrecen, Mechwart A. Gépip. Szk. t: Kopcsa J.
Tirszin János IV. o. Szolnok, Pálffy J. Műszerip. Vegyip. Szk. t: Báthori Attila



Smidélusz Zsuzsa — dr. Zátanyi Sándor:
FIZIKA 7. ENERGIA I. (Fakultatív tankönyv az általános iskola 7. osztálya számára) Tankönyvkiadó, Bp., 1987.

A nyár elején jelent meg a 7. osztályos fakultatív foglalkozások vezetését jelentősen megkönnyítő tankönyv. A szerzők a Művelődési Minisztérium által 1984-ben megjelentetett *Energia* című fakultatív program alapján dolgozták ki a tankönyvet.

Gondosan összeállított, szakmailag jól kiválasztott fakultatív tankönyv, melyben érvényesül az általános iskolai fizika tanterv a témakörök egymásutánjában. A bevezető rész figyelemfelkeltő, tömör, érdekes, a mindennapi jelenségekkel magyarázza a tanult ismereteket. Áttekintést nyújt a fizika és emberiség kapcsolatairól, fejlődéséről.

A két fő fejezet: *I. Az anyag, erő és energia*, valamint *II. Energiaváltozások* képezi a gerincét a program anyagának. A fejezetek aránya is igen jó. Az *Érdekes adatok* és az *Olvasnivaló* című részek előkészítik a tanulókat a mérésekhez, a feladatok megoldásához. A fizika kultúrtörténeti világába kalauzolja a fakultatív tankönyv használóit.

A fizika tantárgy keretén belül a szerzők munkája segíti az egységes természet-tudományos világkép kialakítását. A tantárgyi *koordinációra* való törekvést (fizikai, kémiai, biológiai, földrajzi ismeretek elmélyítését segíti elő), és a *problémamegoldó gondolkodásra* nevelés lehetőségét ki-

nálja. A kísérletek és a hozzájuk tartozó feladatok kiválóan alkalmasak az önálló feldolgozásra a *tanulói aktivitás* érvényesítésére.

A könyv szerkezeti felépítése olyan, hogy lehetőséget nyújt a feldolgozandó anyag megválasztásához, egyes részek elhagyásához, másokkal való helyettesítésére. Differenciált anyagot ad az *egyéni és csoportfoglalkozásokhoz*, a helyes megoldásokra, és a levonandó következtetésekre gondolkodtató feladatokon keresztül vezet rá a tanulókat.

Nagy előnye, hogy a már *meglevő eszközrendszerre* épít, segítve ezzel is a kollégák munkáját.

A felhasznált fogalmak megalapozottak, szervesen épülnek a 6. és 7. osztályos fizika anyagára. Segítik a *megszerzett tudás elmélyítését*, illetve más oldalról közelítve a problémához, a fogalmak tisztázását, mindenkor betartva a fokozatosság elvét. Problémafelvető és megoldó feladatok helyes arányának betartásával sikerélményt és a tudás megszerzésének örömeit biztosítja a diákoknak.

Az életkori sajátosságoknak megfelelően komplex, a tudomány eredményeit magában foglaló, a *gyakorlati élet* jelenségeit szellemesen magyarázó anyagot kapnak kézhez a tanulók. A manuális és a spekulatív tevékenységet úgy biztosítja megfelelő arányban, hogy a természettudományos ismeretszerzés folyamatába kapcsolódhatnak be a tanulók. Ezzel magasabb szintű értelmi tevékenységre készíteti őket.

Az *ábraanyag* (108 db ábra, ebből 27 db rajz és 81 db fotó) a szöveggörnyezetbe szervesen beépülve szolgálja a magyarázatot, olykor a vizuális láttatást a jobb megértéshez, vagy a fizika kultúrtörténetének egy általános műveltséghez tartozó darabja. Az ábrákkal, illetve a fotókkal mondatják el a szerzők azt, amit csak bonyolult szöveg elemzésével lennének képesek a tanulók befogadni.

A könyv nyelvezete szabatos, jól érthető; felépítése logikus, egymásra épülő szerkezetű. Belső tagoltsága segíti a megértést és használhatóságát. Jól tanítható tanulható ismeretanyaga arányban áll a tanulók teljesítőképességével.

A következő évben jelenik meg a *Fizika 8. Energia II.* című fakultatív tankönyv.

VERŐ LÁSZLÓNÉ
felelős szerkesztő
Tankönyvkiadó

Fórum

Kedves Kollégák!

Az iskolai oktatásban a csillagászat csak a környezetismeret, a földrajz és a fizika tantervében szerepel, viszonylag kis óraszámában. A tanórak keretében átadható ismeretanyag bővítéséhez az Uránia Csillagvizsgáló iskolai csoportok részére tartott előadásokkal és távcsöves bemutatókkal is hozzá kíván járulni.

Tekintettel a csillagászat oktatásának világgép- és tudatformáló hatására, valamint az űrkutatás 30. évfordulójára javasoljuk, hogy valamennyi iskola felső tagozatos és középiskolás tanulója legalább egy alkalommal szervezett formában látogassa meg az Uránia Csillagvizsgálót.

Az Uránia egész nap (8—22 óráig) fogad csoportokat. Az esti órákban érkező csoportok részére az előadáson kívül távcsöves bemutatót is tartunk, melynek során derült idő esetén a közel 100 éves műszaki-technikai szempontból is érdekes, 20 cm átmérőjű, a Heyde cég által gyártott lencsés távcsővünkkel mutatjuk be az aktuális égi látványosságokat. (Hold, bolygók, csillaghalmazok). A napközben érkező csoportok részére 50—60 perces előadást tartunk, derült idő esetén bemutathatjuk a Napot távcsővön keresztül.

Előadásainkat diavetítéssel, egyes témákat filmvetítéssel, videoprogramok és modellek bemutatásával szemléltetjük. Az előadásokat az Uránia Csillagvizsgáló munkatársai tartják, utána konzultációs lehetőséget biztosítunk. Belépődíj az előadásokra diákoknak és kísérő pedagógusoknak 10,- Ft/fő, a távcsöves bemutatósokra ugyancsak 10,- Ft/fő, amely összeg a helyszínen fizetendő.

Előadótérünk befogadóképessége kb. 80 fő, ezért célszerű a két párhuzamos osztály egy időben történő látogatása. Kérjük, hogy látogatási szándékukat a tervezett időpont előtt legalább egy héttel jelezzék a 869-233 telefonon, vagy személyesen az Uránia Csillagvizsgálóban.

Az alábbiakban felsorolunk néhány témát, melyeket az egyes korosztályok részére a tananyaghoz kapcsolódóan ajánljuk, de előzetes megbeszélés alapján a pedagógusok külön kérésére a fentiekől eltérő témákról is tartunk előadásokat.

Fizika 8. osztály

Csillagászati eszközök, színeképelemzés (lencsés távcsövek; tükröteleszkópok; színeképelemző eszközök; mire tudunk következtetni egy csillag színekéből?)

Fizika II. gimn.

A Kepler-törvények

(rövid történeti áttekintés; a Kepler-törvények a kéttestprobléma következményei)

Fizika III. gimn.

1. Színeképelemzés

(Az elektromágneses sugárzás teljes spektruma; a színek összefüggése a hőmérséklettel, az anyagi összetétellel, a sebességgel; emissziós és abszorpciós színek)

2. Rádiócsillagászat

(az égitestek rádiósugárzása; a rádiótávcsövek és távcsőrendszerek; a rádiócsillagászat jelentősége)

Fizika IV. gimn.

1. A csillagok keletkezése, élete és halála — a Világegyetem fejlődése

(hogyan tudjuk megmagyarázni a Világegyetem jelenlegi összetételét és tágulását — az ősrobbanás; a galaxisok, a csillagok keletkezése; a csillagok fejlődése a tömegük függvényében — a HRD; végállapotok)

2. A Nap és a Naprendszer

(Naprendszer-keletkezési elméletek; az ezekből adódó következtetések és hiányosságok)

3. Űrkutatás

(az űrkutatás története; az űreszközök felosztása; az űrkutatás jelentősége és haszna)

DR. HORVÁTH ANDRÁS
a Planetárium és
Uránia igazgatója

СОДЕРЖАНИЕ

Иса Шандор: Критика традиционной статической структуры механики (часть).....	129
Д-р Хадь Ласло: Материалы для обучения электромагнитной индукции.....	145
Ин Мемориан: Д-р Надь Ласло (Д-р Тамаши Лайошнэ).....	155
Балог Ласлонэ д-р: Государственная олимпиада 1987. Физика.: Конкурс учеников профессиональных средних школ.....	156
Д-р Сомбаи Миклош: Обучение расчетным задачам по физике и их решению	000
Галлаи Антал: Употребление компьютера	000
Аннотация книг (Веро Ласлонэ).....	160
Форум	Б/3

Felhívjuk olvasóink figyelmét!

Bonifert Domonkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak (Rsz.: 8094)	Fűzve: 31,— Ft
Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.)	Kötve: 63,— Ft
Budó Ágoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.)	Kötve: 51,— Ft
Budó—Mátrai: Kísérleti fizika III. (Rsz.: 4292/III.)	Kötve: 57,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)	Kötve: 42,— Ft
Dér—Radnai—Sós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)	
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv. FIZIKA 6. osztály (Rsz.: 83 109)	Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv. FIZIKA 7. osztály (Rsz.: 83 036/1.)	Fűzve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. I. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 45,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. II. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. III. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 43,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Mechanika Elméleti fizika I. (Rsz.: 42 221/I.)	Kötve: 33,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Klasszikus erőterek Elméleti fizika II. (Rsz.: 42 221/II.)	Kötve: 60,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Kvantumtechnika Nem relativisztikus elmélet. Elméleti fizika III. (Rsz.: 42 221/III.)	Kötve: 86,— Ft
V. B. Bereteckij—E. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Relativisztikus kvantumelmélet. Elméleti fizika IV. (Rsz.: 42 221/IV.)	Kötve: 84,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Statisztikus fizika I. Elméleti fizika V. (Rsz.: 42 221/V.)	Kötve: 85,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Hidrodinamika Elméleti fizika VI. (Rsz.: 42 221/VI.)	Kötve: 78,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Rugalmasságtan Elméleti fizika VII. (Rsz.: 42 221/VII.)	Kötve: 32,— Ft
Zátonyi Sándor: A fizikai feladatok megoldása és a tanulók gondolkodása (Rsz.: 52 965)	Fűzve: 24,— Ft
Zátonyi Sándor: Az előismerettől a tudásig (Rsz.: 53 025)	Fűzve: 36,— Ft

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a KÖNYVESBOLTOKBAN!

A

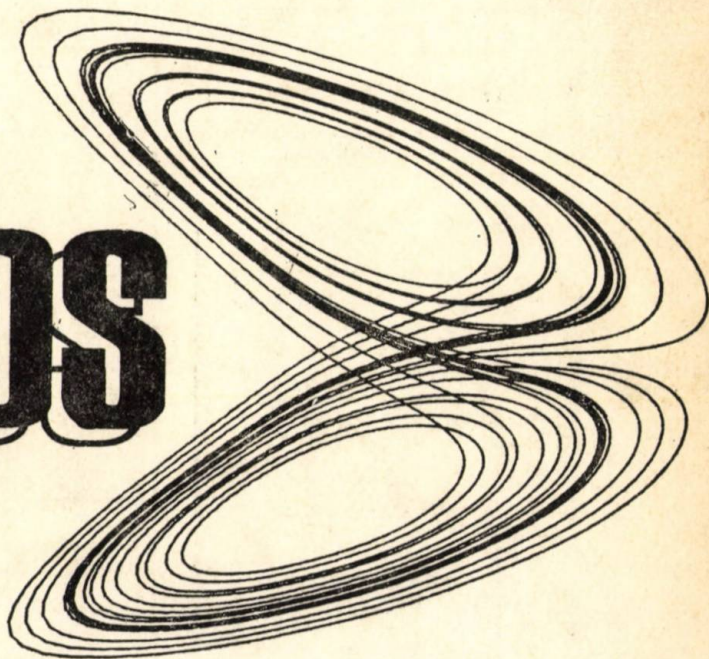
6 1987
X X V I. é v

FIZIKA TANÍTÁSA



A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata

CHAOS



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYOIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:
DR. GECSŐ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LÓRÁNT, DR. LITZ JÓZSEFNE,
DR. NAGY LÁSZLÓ, PÁHÁN ISTVÁN,
DR. PAÁL TAMÁS, DR. TASNÁDI PÉTER,
DR. VIDO IMRE, VIG ISTVÁN, DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ,
DR. ZÁTONYI SÁNDOR.

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai
Intézet 1406 Budapest, pf.: 33. Gorkij
fasor 17—21. — Telefon: 211-200. —
Kiadja: a Tankönyvkiadó. 1055 Bu-
dapest V., Szalay utca 10—14. — A
kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó
igazgatója. — Terjeszti a Magyar Pos-
ta. Előfizethető: bármely postahiva-
tálnál, a hírlapkézbesítőknél, a Pos-
ta hírlapüzleteiben és a Hírlapelő-
fizetési és Lapellátási Irodánál
(HELIR), Budapest XIII., Lehel u.
10/a. 1900 közvetlenül vagy postautal-
ványon, valamint átutalással a HELIR
215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.
Előfizetési díj: egy évre: 42,— Ft.

Révai Nyomda Egrí Gyáregysége,

Eger. Igazgató: Horváth Józsefné dr.

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket
gépelve, két példányban
küldjék meg a szerkesztő-
ség fenti címére, a lakásuk
és munkahelyük, valamint
személyi számuk pontos
feltüntetésével. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak! Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek! A sor
hossza 66 betűhely. A cik-
kek terjedelme legfeljebb
6—8 gépelt oldal lehet. A
raizokat, táblázatokat kü-
lön lapon, megfelelő ábra-
szöveggel (aláírással) ellát-
Kéziratot nem őrzünk meg
és nem adunk vissza!

TARTALOM

<i>Mravik Mihály: A XI. Országos ál- talanos iskolai fizikatanári ankét és eszközkiallítás</i>	161
<i>Dr. Zátanyi Sándor: Megőrzés és felejtés</i>	166
<i>Dr. Gecső Ervin: CHAOS 1987., Csopak</i>	171
<i>Orha Zoltán: A TIT és a csillagászat oktatása a középiskolában</i>	174
<i>Zámbó Sándorné: Tanulóink vélemé- nye a fakultációról</i>	178
<i>Bella Tibor: Egy felmérés tanulságai</i>	182
<i>Dr. Szenczi Lászlóné: Egy ismeret- terjesztőkönyv felhasználási lehetősé- gei a fizikatanítás-tanulás folya- tában</i>	186
<i>Ötletsarok Braun György</i>	189
<i>Könyvismertetés (Doba László)</i>	190
<i>Fórum</i>	191

Címképünk: Lásd dr. Gecső Ervin cikkét
a 171—173. oldalon.



A XI. Országos általános iskolai fizikatanári ankét és eszközkiállítás

Ez évben második évtizedébe lépett a fizikát tanító tanárok széles körű érdeklődését kiváltó országos rendezvény, az általános iskolai fizikatanári ankét. A sorrendben a 11. rendezvénynek ezúttal a „Viharsarok” székhelye, Békéscsaba adott otthont. Az ankét rendező szervei — a korábbi évekhez hasonlóan — a *Művelődési Minisztérium*, az *Országos Pedagógiai Intézet*, az *Országos Oktatástechnikai Minisztérium*, az *Országos Pedagógiai Intézet*, *Általános Iskolai Szakcsoportja*, illetve a társulat *megyei csoportja* volt. Az eredményes és zökkenőmentes lebonyolításhoz igen nagy segítséget nyújtott a *Megyei Tanács V. B. Művelődési Osztálya*, a *Békes Megyei Pedagógiai Intézet*, a *Városi Tanács Művelődési Osztálya*. Közreműködésük és támogatásuk nélkül nem lett volna ilyen sikeres a rendezvény.

A vendéglátók igyekeztek már a megérkezést is kellemessé tenni. A pályaudvarokon transzparens fogadta, hangosbemondó üdvözölte a vendégeket. A vasúttól külön autóbusz, illetve mikrobuszok vitték az érkezőket a szálláshelyre. A gépkocsival jövőket külön irányítótáblák vezették a regisztráció helyére. A vendéglátó város, a város címerével ellátott reklámtáskával, benne az ankét emblémájával, a várost, illetve a megyéb bemutató prospektussal, egy ízléses kivitelezésű jegyzetfüzettel, s egy — az alkalomra emlékeztető — mézeskaláccsal kedveskedett a megyébe érkező tanároknak.

Az ankét központi témája az *elektromosság* volt. Elsősorban e témakörből hangzottak el a plenáris ülések előadásai, e téma köré csoportosultak a műhelyfoglalkozások anyagai is. Az előadásokat mindhárom napon az *Ifjúsági és Úttörőház* nagytermében tartották. Az előadásokat a különböző helyeken elhelyezett tv-készülékeken is lehetett látni, hallani. Az épület előterében számítógépes információszolgálat adott tájékoztatást a résztvevők számára az aktuális tudnivalókról.

Az ünnepélyes megnyitón *Balázs László*, az ELFT Általános Iskolai Szakcsoportjának elnöke köszöntötte a mintegy 450 részt vevő tanárt. Bevezetőjében többek között azt is elmondta, hogy a választás azért is esett a megyére, mert innen indult sok híres fizikus és kiváló tanár. Így *Bródy Imre*, *Fényes Imre*, *Bay Zoltán*, *Pál Lénárd*, *Gyarmati István*, *Bor Pál* is a megye szülötte, illetve más szálaik kötik e vidékhez.

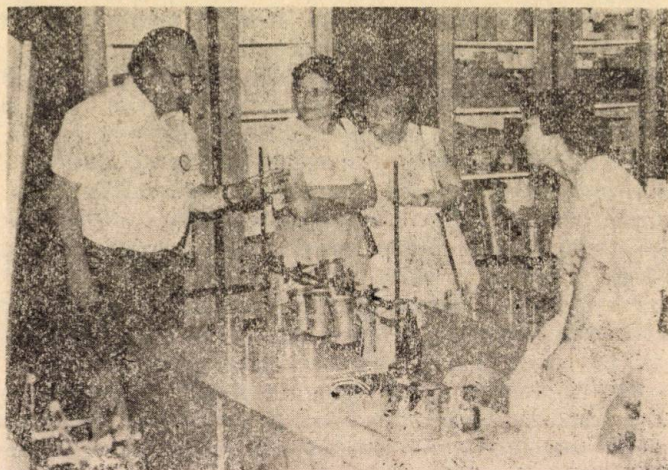
A vendéglátók nevében *Vámos László*, a Megyei Művelődési Osztály vezetője üdvözölte az ankét résztvevőit, s mutatta be a mind dinamikusabban fejlődő megye mindennapjait, egyre gazdagodó ipari, mezőgazdasági és kulturális életét. Kitért az oktatás helyzetének ismertetésére is. Elmondotta, hogy 90,7%-os a megye fizika szakos ellátottsága (94,5%-os a matematikából). Szólt arról, hogy 1986-ban indult a megyeszékhelyen a pedagógusképzés.

Az ünnepélyes megnyitó után indult az ankét gazdag programja. *Berkes József* főiskolai docens volt az első nap elnöke. Első előadóként *dr. Kelemen Elemér* MM-főosztályvezető tartott őszinte, nyílt hangvételű tájékoztatót aktuális oktatáspolitikai kérdésekről. Szólt a munkánkat egy éve irányító törvény bevezetésének tapasztalatairól, a kiadott jogszabályokról. Röviden értékelte a működési szabályzatok, valamint az igazgatói pályázatok lebonyolításának tapasztalatait. Beszélt a korrekcióról s általában a változó iskoláról.

Ezt követően *Beleznay Sándor*, a Központi Fizikai Kutató Intézet munkatársa az elektrosztatika témakörében tartott igen érdekes előadást. Szólt az elektrosztatikai alapfogalmakról, vizsgálta a vezetők és szigetelők viselkedését, s befejezésül a mindennapi életben is tapasztalt ilyen jelenségekről, a legújabb alkalmazási területekről szólt.

Franccia Tamás, az egri Tanárképző Főiskola tanársegéde Az áram vezetésének mechanizmusa a szilárd és folyékony testekben címmel tartott igen érdekes, lebilincselő előadást.

Délután került sor az eszközkiállítás megnyitására. *Dr. Hajnal Lajos*, a Békés Megyei Pedagógiai Intézet igazgatója megnyitójában szólt a szemléltetés fontosságáról, az eszközkészítés jelentőségéről. Az eszközkiállítás és a hozzá kapcsolódó számítógépes programbemutató a szomszédos megyei könyvtár épületében kapott helyet.



A nap további részében került sor az első ízben meghirdetett műhelyfoglalkozásokra, két turnusban, hét csoportban. Három foglalkozásvezető — *Csekő Árpád*, *Paksi László* és *Márki Zay János* — az elektrosztatika témaköréből vette a foglalkozás anyagát. *Lőrincz Zoltán* általában elektromosságtani kísérletet mutatott be. *Dr. Kövesdi István* a 8. osztályos tankönyv I. témakörének kísérleteit dolgozta fel. *Zátonyi Sándor* (Békéscsaba) a számítógépek alkalmazásáról tartott bemutatót, a résztvevők hat gépen maguk is kipróbálhatták a programokat. *Sebestyén Zoltán* a 7. osztályos párhuzamos tankönyv néhány újszerű kísérletével ismertette meg az érdeklődőket. A foglalkozások változó mértékű, de élénk érdeklődés mellett zajlottak le. A gyakorló pedagógus tevékenységét segítő munkaforma első tapasztalata kedvező.

Este igen színvonalas kultúrműsor következett. Az első részben a megyei Pedagógus Női Énekkar, *Sárhelyi Jenőné* vezetésével adott nagyon magas művészi színvonalú műsort, majd a *Körösmenti Táncegyüttes* fiatal táncosai



tartottak zajos sikert aratott bemutatót. S akit még ez a zsúfolt nap sem mérített ki, az a szálláshelyen szervezett diszkóműsorban, táncban folytathatta.

A második napon *Gergely Péter* nyugalmazott vezető szakfelügyelő elnökségével a Janus Pannonius Tudományegyetem docense Az elektromágneses hullámok a távközlésben címmel tartott igen jól felépített, érdekes előadást. Végigvitte a távközlési eszközök fejlődését, bemutatta az elektromos jelek átadására és vételére szánt eszközök felépítését. Az előadás anyagát kitűnően fel tudják használni a szaktanárok a 8. osztályos tananyag megfelelő részénél, szakköri vagy fakultációs foglalkozáson.

Halász Tibor főiskolai docens — részben az elmúlt évi előadásának folytatásaként — az elektromosságtani fogalmak bevezetésének általános szabályairól beszélt. Kiemelte, hogy a fokozatosság szükséges a megismeréshez is, az egyes fázisokat igen részletesen bemutatta. Végül konkrét példákon szemléltette az elmondottakat. Azt kérte a jelenlévőktől, hogy az óra anyagának megalkotásakor a fogalomalkotás tudatossága legyen az egyik vezérfonal.

Ezt követően *dr. Károlyházy Frigyes* egyetemi tanár, a párhuzamos 7. osztályos tankönyv egyik írója szólt a tankönyv felépítéséről. Részletesen kitért a III. témakör feldolgozásra kerülő elektromosságtani részről. Beszélt arról, hogy milyen napi tapasztalatokra támaszkodva tették az évfolyam végére ezt az anyagot, majd részletesen szólt az újszerűen feldolgozásra kerülő részekről, így pl. az elektronok mozgásának okiról, a korábbi magyarázó hasonlók gondjairól, az áramforrások újszerűen értelmezett szerepéről; arról, hogy az egységes kép kialakítását, hol és milyen „tégla” beépítésével akarják segíteni. Ezt egészítette ki *Csákány Antalné*, a tankönyv egyik társszerzője. Ismertette a tankönyv felépítését, sajátosságait, didaktikai jellemzőit, a feldolgozás módját.

A délutáni program *Balázs László* szakcsoporti elnök éves munkát ismerető beszámolójával kezdődött. Vázolta azokat a területeket, melyeken az elmúlt év óta előrelépés történt, s szólt a gondokról, megoldásra váró feladatokról is. A beszámolóhoz *Csákány Antalné* főtítkárhelyettes fűzött kiegészítést. A tagság a beszámolót tudomásul vette.

Ezt követte a díjak, illetve a kitüntetések átadása. *Dr. Zátonyi Sándor* (OPI), az eszközkiallítást bíráló zsűri elnöke értékelte az idei munkát. Most csak 8 kiállító jelentkezett. Ennek okát többek között abban látja, hogy általában jó az iskolák eszközellátottsága, csökkent a szaktanárok hiányérzete, illetve az elmúlt tanév sok munkát adott a nevelőknek. Azt viszont örömmel

állapította meg, hogy a benyújtott eszközök minőségileg kifogástalanok voltak. A következő tanárok részesültek díjazásban:

I. díj:

Pintér Lajos és
Ránaszéki László (Érd),
Szedér László (Sátoraljaújhely).

III. díj:

Braun György (Érd),
Maczák Andrásné (Mezőhegyes).

II. díj:

Németh Lajos (Csokonyavisonta),
Lőrincz Zoltán (Cered).

Dicséret:

Balázs László (Eger),
Jármezei Tamás (Nyíregyháza).

A benyújtott számítógépes programokat *Csákány Antalné* vezetésével öttagú zsüri értékelt, melyben üzemek képviselői is részt vettek. A zsüri véleménye szerint a bemutatott programok szintje elmaradt az elmúlt évihez viszonyítva. Nem vették eléggé figyelembe a számítógépek mással nem pótolható előnyeit, nem használták ki a bennük lévő lehetőségeket. Olyan programok készítését javasolják, melyek eredményesen csak géppel dolgozhatók fel. Ügyeljenek arra, hogy a tanulók által bevitt esetleges hibás adat ne tegye tönkre a programot („barátságos” legyen a program). Ezen túl a mértékegységek megfelelő írására is ügyeljenek. A fentiek miatt a zsüri I. díjat nem adott ki. További díjazottak:

II. díj:

Jármezei Tamás (Nyíregyháza),
Nagy István (Körösladány),
Schreiner Mihály (Szigetszentmárton),
Somogyi József (Berkesz).

III. díj:

Lantos Éva (Miskolc),
Nagy Imre (Szegvár),
Gáspár János (Sajóivánka),
Budai János (Dány).

A műhelyfoglalkozásokat vezetők dicsérő oklevelet kaptak.

A Művelődési Minisztérium által adományozott Kiváló Munkáért kitüntetést ez évben két nevelőnek adhatta át *dr. Zátonyi Sándor*, *Futó Tiborné* (Csanádapáca) szaktanácsadónak és *Paksi László* (Budapest) tanárnak.

Az ELFT által adományozható díjak közül ez évben a Mikola Sándor díjat *Gergely Péter* (Gödöllő) nyugalmazott vezető szakfelügyelő kapta. *Nyilas Dezső* nyugdíjas, a MM volt osztályvezetője, akit a fizikatanítás nagyrabecsült irányítójaként ismerünk, a Társulat Eötvös Plakett kitüntetésében részesült. Mindkét kolléga kitüntetésének érdemlegességét a jelenlévők hosszantartó tetszésnyilvánítása is igazolta.

Ezúton is köszönetet kell mondani azoknak az intézményeknek, vállalatoknak, társadalmi szervezeteknek, melyek a kitüntetésekhez, díjakhoz jelentős pénzüsszegekkel járultak hozzá. Akiknek az elismerés szól: Művelődési Minisztérium, Országos Oktatástechnikai Központ, Központi Fizikai Kutató Intézet, Magyar Optikai Művek, Békés Megyei Tanács V. B. Művelődési Osztálya, Békés Megyei Pedagógiai Intézet, Városi Tanács V. B. Művelődési Osztálya, Békéscsaba, Pedagógusok Szakszervezete Békés Megyei Bizottsága, KSH Számítástechnikai és Ügyvitelszervező Vállalat Békéscsabai Számítóközpontja, FORCON Forgácsolószerszámpari Vállalat Békéscsaba, Padrah Lajos Általános Iskola, Békéscsaba. A pénzjutalmakat az adományozó szervek képviselői adták át.

Új színfoltja volt az ankétnek a díjnyertes munkák teljes ülésen való bemutatása. *Rónaszéki László*, *Szedér László*, *Németh Lajos* és *Lőrincz Zoltán* mutatták ba eszközeiket, a helyszínen készített videofelvételek segítségével. Ör-

vendetes, hogy a kiállításon eszközökkel képviseltette magát a szinte pályakezdő fiatal, de majdnem egy teherautónyi eszközzel jelent meg egy nyugdíj előtt álló kolléga iss (Lőrincz Zoltán). Mindez igazolja, hogy a tárgy tanításáért végzett munkálkodás nem az életkor függvénye. Ugyancsak örvendetes, hogy ebben az évben is a közönségsvázlat értékelése azonos volt a zsűri rangsorolásával. Mint az elmúlt évben, most is Szeder László lett az első díjjal jutalmazott és egyúttal a közönségdíjas is.

A díjkiosztást követő Fórumot *Rónaszéki László*, a szakcsoport titkára vezette. Sajnos, az elnökségben nem tudta képviseltetni magát az MM, az OOK és nem tudott ott lenni az egyik tankönyv szerzője sem. A résztvevők írásban igen sok, 58 kérést tettek fel, melyeknek megválaszolása majdnem három órát át tartott. *Dr. Zátanyi Sándor* az OPI-hoz érkezett kérdésekre (23) adott összegző választ. Beszért a korrekcióról, arról, hogyan igyekeztek e munkánál figyelembe venni a gyakorló pedagógusok véleményét, kitért a heti óraterv készítésének nehézségeire, véleményt mondott az egyéni pályázatokról, s a forgalomban lévő feladatlapokról. *Takács Emőke* a TANÉRT-hez intézett kérdésekre igyekezett megnyugtató válaszokat adni, *Kovács Lóránt* a Tankönyvkiadó problémáit ismertette. *Csákány Antalné* a kevés számú, párhuzamos tankönyvvel kapcsolatos kérdésre adott választ. A minisztériumhoz érkezett kérdések egy részére dr. Zátanyi Sándor válaszolt, más részüket továbbítani fogják.

Az ankét utolsó napján — melyen *Kosztadin Katalin* szaktanácsadó elnökölt —, tartalmában nagyon érdekes, kivitelezésében újszerű, videofelvételeket alkalmazó előadást tartott *dr. Zátanyi Sándor* (OPI) Az elektromosság gyakorlati alkalmazása címmel. Előadásában az egy- és háromfázisú motor és generátor működésével kapcsolatos dolgokat mutatta be. Az anyag továbbképzésre és szakköri vagy fakultációs felhasználásra is igen jó.

Dr. Hajnal Lajos, a Megyei Pedagógiai Intézet igazgatója Az oktatási folyamat irányítása címmel tartott előadást. Szólt arról, hogy az iskola elsősorban az információk átadásával foglalkozik, s közben szem elől téveszt más, nagyon fontos dolgokat. Kitért arra, hogy a törvény szellemében új irányítási szint jött létre, az iskolai szintté, s ezzel kapcsolatban ismertetett több gondolatot.

A nap utolsó előadását *Szántó Gyula* volt szaktanácsadó, az ELFT megyei csoportjának elnöke tartotta. Elsősorban azt ismertette, hogyan épít a középiskola az alsó fokon szerzett fizikai ismeretekre. Sok példát ismertetett a feladatmegoldásokra, arra, mit, milyen szinten old meg a középiskola.

A záróünnepségen *Csákány Antalné* értékelte szakmai szempontból a XI. ankétot. Azt igen színesnek, gazdag tartalmúnak, sok új programot adónak tekintette. A vendéglátó város nevében *dr. Virág László*, a Városi Művelődési Osztály vezetője búcsúzott a résztvevőktől, kifejezve azt a reményét, hogy minden szempontból jól érezték magukat, és talán sikerült megismerni e sokszínű, tempósan fejlődő várost.

Balázs László elnök mondott végezetül meleg hangú köszönetet a vendéglátóknak és a helyi szervezőknek, a Megyei Pedagógiai Intézet munkatársainak az igen magas színvonalú technikai lebonyolításért. Bejelentette, hogy az ankét teljes anyagát videoszalagra vették, s azt teljes egészében, vagy akár egy-egy előadást is minden megyében a pedagógiai intézetektől, vagy azokon keresztül bárki kikérheti, megismerheti, továbbképzésre felhasználhatja. Bevezetésül virággal köszönte meg a lebonyolításban résztvevők fáradságot nem ismerő munkáját.

Megőrzés és felejtés

Az általános iskola 8. osztályát elvégző tanulók tudása nemcsak attól függ, hogy milyen mértékben sajátították el a tantervi anyagot, hanem az ismeretek megőrzésének mértékétől is. *Reményeink szerint* a tanulók az egyszer már elsajátított ismereteket nemcsak hogy nem felejtik el, hanem a következő osztályokban tovább bővülnek, szilárdulnak is ezek az ismeretek a többszöri alkalmazás és ismétlés hatására.

Adatok egy eredményvizsgálatból

A *tényleges helyzet* megállapítása végett fizikából vizsgálatot végeztünk a 8. osztályban a vezető szakfelügyelők segítségével, közreműködésével. Kiválasztottunk a *reprezentatív eredményvizsgálat* (1) 6. osztályos feladataiból 22-t, a 7. osztályos feladatokból 18-at, s azokat újra megoldattuk a 8. osztályban ugyanazokkal a tanulókkal, akik korábban már megoldották a feladatokat a 6. és a 7. osztályban, közvetlenül az egyes témakörök feldolgozása után. A vizsgálat 70 általános iskolára, 1704 tanulóra terjedt ki. Minden tanuló megoldotta a 6. és a 7. osztályos feladatokat is, vagy az A változatban, vagy a B változatban.

A megoldatott 40 feladat közül 20 minimumszintű, s 20 nem minimumszintű volt. Az értelmi műveletek szerint e feladatok közül 1 volt ismeretszintű, 19 megértés, 18 alkalmazás és 2 magasabb rendű műveletek körébe sorolható feladat (2.: 115. o.).

A tanulók által elért átlageredmények a 6. és a 7. osztályban az új anyag feldolgozása után és a 8. osztályban a tanév végén a következők voltak:

6. osztályos feladatok:

A feladat sorszáma	Pontszám	6. o.-os átlag	8. o.-os átlag	Különbség
I. 7.	1	46,5 ⁰ / ₀	56,8 ⁰ / ₀	10,3 ⁰ / ₀
I. 11.	1	25,3 ⁰ / ₀	37,0 ⁰ / ₀	11,7 ⁰ / ₀
I. 12.	3	51,9 ⁰ / ₀	63,9 ⁰ / ₀	12,0 ⁰ / ₀
I. 15.	1	70,4 ⁰ / ₀	85,6 ⁰ / ₀	15,2 ⁰ / ₀
II. 4.	2	67,5 ⁰ / ₀	65,2 ⁰ / ₀	—2,3 ⁰ / ₀
II. 7.	1	38,3 ⁰ / ₀	44,9 ⁰ / ₀	6,6 ⁰ / ₀
II. 10.	1	60,0 ⁰ / ₀	78,6 ⁰ / ₀	18,6 ⁰ / ₀
II. 13.	2	39,3 ⁰ / ₀	43,1 ⁰ / ₀	3,8 ⁰ / ₀
III. 6.	2	48,8 ⁰ / ₀	47,7 ⁰ / ₀	—1,1 ⁰ / ₀
III. 8.	3	65,9 ⁰ / ₀	71,8 ⁰ / ₀	5,9 ⁰ / ₀
III. 15.	1	60,6 ⁰ / ₀	58,1 ⁰ / ₀	2,5 ⁰ / ₀
Összesen	18	53,7 ⁰ / ₀	60,0 ⁰ / ₀	6,3 ⁰ / ₀

A csoport; 371 tanuló.

B csoport; 833 tanuló.

I. 10.	1	27,6 ⁰ / ₀	50,4 ⁰ / ₀	22,8 ⁰ / ₀
I. 13.	2	74,7 ⁰ / ₀	84,5 ⁰ / ₀	9,8 ⁰ / ₀
I. 14.	3	54,2 ⁰ / ₀	67,6 ⁰ / ₀	13,4 ⁰ / ₀

II. 5.	3	39,6 ⁰ / ₀	51,1 ⁰ / ₀	11,5 ⁰ / ₀
II. 8.	2	49,7 ⁰ / ₀	55,6 ⁰ / ₀	5,9 ⁰ / ₀
II. 14.	1	60,1 ⁰ / ₀	78,3 ⁰ / ₀	18,2 ⁰ / ₀
III. 1.	1	24,3 ⁰ / ₀	23,3 ⁰ / ₀	-1,0 ⁰ / ₀
III. 4.	1	60,1 ⁰ / ₀	67,2 ⁰ / ₀	7,1 ⁰ / ₀
III. 9.	1	69,6 ⁰ / ₀	66,3 ⁰ / ₀	-3,3 ⁰ / ₀
III. 13.	2	55,4 ⁰ / ₀	57,0 ⁰ / ₀	1,6 ⁰ / ₀
III. 15.	1	42,7 ⁰ / ₀	45,3 ⁰ / ₀	2,6 ⁰ / ₀

Összesen 18 51,4⁰/₀ 60,1⁰/₀ 8,7⁰/₀

7. osztályos feladatok

A csoport; 871 tanuló.

A feladat sorszáma	Pontszám	7. o -os átlag	6. o -os átlag	Különbség
I. 7.	3	47,2 ⁰ / ₀	47,0 ⁰ / ₀	-0,2 ⁰ / ₀
I. 15.	3	47,0 ⁰ / ₀	41,2 ⁰ / ₀	-5,8 ⁰ / ₀
II. 4.	2	76,6 ⁰ / ₀	54,9 ⁰ / ₀	21,7 ⁰ / ₀
II. 7.	1	35,5 ⁰ / ₀	36,2 ⁰ / ₀	0,7 ⁰ / ₀
II. 12.	3	20,1 ⁰ / ₀	16,1 ⁰ / ₀	-4,0 ⁰ / ₀
III. 2.	1	64,8 ⁰ / ₀	47,6 ⁰ / ₀	-17,2 ⁰ / ₀
III. 4.	1	74,1 ⁰ / ₀	68,8 ⁰ / ₀	-5,3 ⁰ / ₀
III. 9.	3	34,2 ⁰ / ₀	20,4 ⁰ / ₀	-13,8 ⁰ / ₀
III. 10.	1	64,4 ⁰ / ₀	48,5 ⁰ / ₀	-15,9 ⁰ / ₀
Összesen	18	46,5 ⁰ / ₀	38,0 ⁰ / ₀	-8,5 ⁰ / ₀

B csoport; 833 tanuló.

I. 8.	3	60,6 ⁰ / ₀	61,6 ⁰ / ₀	1,0 ⁰ / ₀
I. 12.	1	13,7 ⁰ / ₀	19,9 ⁰ / ₀	6,2 ⁰ / ₀
I. 14.	2	65,1 ⁰ / ₀	57,7 ⁰ / ₀	-7,4 ⁰ / ₀
II. 6.	1	37,4 ⁰ / ₀	34,5 ⁰ / ₀	-2,9 ⁰ / ₀
II. 8.	2	55,1 ⁰ / ₀	46,3 ⁰ / ₀	-8,8 ⁰ / ₀
II. 13.	3	78,6 ⁰ / ₀	81,2 ⁰ / ₀	2,6 ⁰ / ₀
III. 5.	3	27,0 ⁰ / ₀	20,6 ⁰ / ₀	-6,4 ⁰ / ₀
III. 7.	1	27,5 ⁰ / ₀	19,7 ⁰ / ₀	-7,8 ⁰ / ₀
III. 12.	2	65,7 ⁰ / ₀	57,0 ⁰ / ₀	-8,7 ⁰ / ₀
Összesen	18	52,7 ⁰ / ₀	49,2 ⁰ / ₀	-3,5 ⁰ / ₀

A 40 feladat megoldásának átlageredményét tekintve, a 8. osztályban mindössze 1,3⁰/₀-kal jobb a tanulók teljesítménye (52⁰/₀), mint az új anyag feldolgozását követően a 6., illetve a 7. osztályban (50,7⁰/₀). Ez a különbség jóval kisebb, mint amit várni lehetne a fogalmak, összefüggések alkalmazása és az év végi ismétlések hatására.

Ha a *tantervi követelmények* szintje szerint hasonlítjuk össze az eredményeket, akkor azt látjuk, hogy a minimumszintű feladatok megoldásában 0,8⁰/₀-os, a nem minimumszintű feladatok esetében pedig 1,7⁰/₀-os pozitív eredménykülönbség van a 8. osztály végén.

Az *értelmi műveleti szintek* szerinti eredmény-összehasonlítás csak a megértés és az alkalmazás kategóriájába tartozó feladatok esetében reális, mivel a másik két kategóriába csak egy, illetve két feladat tartozik. A 19 megértésszintű feladatot a 8. osztályban 5,1⁰/₀-kal jobb, a 18 alkalmazásszintű feladatot pedig 1,1⁰/₀-kal gyengébb átlageredménnyel oldották meg a tanulók, mint a 6., illetve a 7. osztályban az új anyag feldolgozása után.

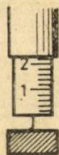
Érdekes szemügyre vennünk, hogy mely feladatok voltak azok, amelyek az átlagos teljesítményváltozáshoz viszonyítva három szórásnyi intervallumon kívül esnek. E feladatok megoldásához szükséges ismeretek megőrzésében és továbbfejlesztésében kiemelkedően jó, illetve — a másik irányban — *nagyon gyenge* a tanulók teljesítménye.

A 40 feladat megoldásában a 8. osztály végéig $1,3\%$ az átlagos eredménynövekedés, a szórás pedig $10,2\%$. Azokat a feladatokat emeljük ki tehát, amelyek megoldásában a tanulók $16,6\%$ -nál nagyobb ($1,3\%+15,3\%$), illetve $-14,0\%$ -nál kisebb ($1,3\%-15,3\%$) eredményváltozást értek el.

6. osztályos feladatok

A) II. 10. Kerékpározás közben a lejtőn a hátsó féket (a „kontrát”) használtuk. A hátsó kerékagy felmelegedett. Mi a magyarázata? (6. o.: $60,0\%$; 8. o.: $78,6\%$; $d=18,6\%$.)

B) I. 10. Mekkora erőt mutat a rúgós erőmérő? $F=...$ (6. o.: $27,6\%$; 8. o.: $50,4\%$;



1. ábra

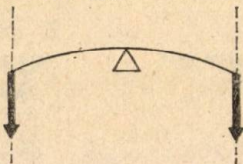
$d=22,8\%$.)

B) II. 14. A tűzbe tett tűzpiszkálónak az a része is átmelegszik, amelyik nem ér a tűzbe. Mi a magyarázata? (6. o.: $60,1\%$; 8. o.: $78,3\%$; $d=18,2\%$.)

7. osztályos feladatok

A) II. 4. A pincében $39\,000\text{ N}$ súlyú szenet tárolnak 6 m^2 területen egyenletes vastagságban Mekkora a szén nyomása? (7. o.: $76,6\%$; 8. o.: $54,9\%$; $d=-21,7\%$.)

A) III. 2. Emelőként használunk egy görbe rudat. Rajzold meg az erőkarokat! (7. o.: $64,8\%$; 8. o.: $47,6\%$; $d=-17,2\%$.)



2. ábra

A) III. 10. Hol állítják elő a gőzturbina lapátjaira áramló gőzt? (7. o.: $64,4\%$; 8. o.: $48,5\%$; $d=-15,9\%$.)

Érdekes, hogy jelentős eltérés van a 6. és a 7. osztályos ismeretek megőrzésében, illetve a felejtés mértékében. A 6. osztályos feladatok megoldásában az egyes csoportok összetételét tekintve, a 8. osztályban jobb az eredmény, mint a 6. osztályban. (Az A csoportban $6,3\%$, a B csoportban $8,7\%$ a fejlődés.) A 7. osztályos feladatok megoldásában viszont teljesítménycsökkenés következett be a 8. osztályban. (Az A csoportban $8,9\%$, a B csoportban $3,5\%$ az összetételben mutatózó csökkenés). Ezzel összhangban, az eredménynövekedés szórásának háromszorosán felüli teljesítmény csak a 6. osztályban, azon aluli eredmények csak a 7. osztályban fordultak elő.

Az ismétlések száma és a megőrzés mértéke

Mint ismeretes, a megőrzés mértéke függ az ismétlések számától. Célszerű ezért megvizsgálnunk, hogy milyen összefüggés van az adott körülmények között az ismeretek megőrzése és a feladatokban előforduló fogalmak, összefüggések újbóli alkalmazásának, ismétlésének a száma között. Ehhez ezt vettük alapul, hogy az új anyagot tartalmazó témakör után hány tankönyvi fejezetben fordul elő az alkalmazott fogalom, összefüggés. A továbbiakban számbavettük azt is, hogy e fejezeteken belül hányszor kerül alkalmazásra a megoldott feladatok tartalmával összefüggő ismeretanyag (3). Természetesen az így nyert adatok csak elsődleges megközelítést nyújtanak, hiszen a tanítás—tanulás fo-

lyamatában ettől eltérő is lehet a gyakorlás, ismétlés száma. A kapott adatok azonban így is jelzik a tendenciát.

Azt találtuk, hogy a 6. osztályos tananyaghoz kapcsolódó fogalmak, összefüggések az új anyagot tartalmazó témakörök után a 8. osztály végéig átlagosan 5,9 fejezetben 31,9-szer fordulnak elő. A 7. osztályos tananyaghoz tartozó feladatok tartalmával összefüggő ismeretanyag a későbbiek során átlagosan 2,2 fejezetben 6,7 alkalommal szerepel. A 6. osztályos tananyagot tehát többször alkalmazzuk, többször bővítjük, s erősítjük meg új fogalmi jegyekkel, mint a 7. osztályos feladatokban szereplő ismereteket. Ez az egyik alapvető oka annak, hogy a 6. osztályos tananyaghoz kapcsolódó feladatok megoldásában jelentős ($7,6^{0/0}$ -os) teljesítménynövekedés van a 8. osztály végéig; ugyanakkor a 7. osztályos ismeretek alkalmazását igénylő feladatok megoldásában nagymértékű ($6,4^{0/0}$ -os) visszaesés mutatkozik.

E tapasztalatokból az a *metodikai feladat* adódik, hogy az eddigieknél következetesebben, rendszeresebben kell gondoskodnunk a már egyszer elsajátított ismeretek megőrzéséről, továbbfejlesztéséről. Két megoldás kínálkozik:

a) Az új anyag feldolgozásához kapcsolódva, felidézzük, alkalmazzuk, gyakoroljuk azokat az ismereteket, amelyek *logikailag kapcsolódnak* az új anyaghoz. Előnye e megoldásnak, hogy a tanítási órán szóba kerülő ismeretek tartalmilag egységes egészet képeznek; hátránya, hogy így nem kerül sor minden, alapvetően fontos tananyag ismételtesére.

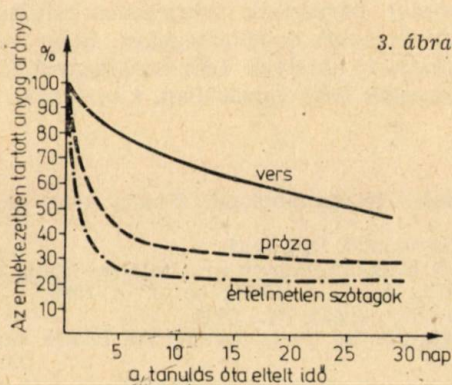
b) Másik megoldásként, az új anyag tartalmától függetlenül, az óra elején tartott ismétlés keretében soravesszük a továbbhaladáshoz szükséges ismereteket, alkalmazzuk, gyakoroljuk azokat. Előnye e megoldásnak, hogy minden fontos tananyagrészt ismételtesre, megerősítésre sor kerül; de így a tanítási óra tartalmilag nem egységes.

A korábban feldolgozott tananyag ismételteséhez a következő *módszert* javasoljuk, nem kizárva természetesen más módszerek alkalmazását sem. Olyan kérdéseket teszünk fel a tanulóknak az ismételtesre kerülő tanyaggal kapcsolatban, amelyekre néhány szavas válaszokat adhatnak. A választ minden tanuló — a kérdés sorszámaival együtt — lejegyzí a füzetébe. A kérdések között egyszerű, alkalmazást igénylő és számításos feladatok is lehetnek. (Az adatokat a táblára vagy fóliára írjuk). A kérdéssor lezárása után ellenőrizzük a feladatok megoldását, visszajelzést kérve a tanulóktól. A helyes válaszok arányától függően határozzuk meg a további ismételtesek számát, nehézségi fokát, témáját.

Az idő és a felejtés mértéke

A 6. osztályos feladatok kétszeri (6. és 8. osztályban történt) megoldása között jelentősen hosszabb idő telt el, mint a 7. osztályos feladatok (7. és 8. osztályban történt) megoldása között.

3. ábra



Mégis a 6. osztályos feladatok megoldásához alapul szolgáló ismeretek megőrzésében, fejlődésében tapasztaltunk pozitív tendenciát a 7. osztályos ismeretekben pedig leépülést. Ezek szerint a 6. osztályos tananyag nagyobb számú ismételtes nagyobb arányban befolyásolja pozitív irányban a megőrzést, mint a hosszabb felejtési idő az ellenkező irányban.

Ez a tapasztalat egybevág a pszichológiai kutatások korábbi eredményeivel. Bár a fizikai ismeretek megőrzése nemcsak az emlékezetben tartást tételezi fel, a felejtési idő nagyságrendjének a megítéléséhez a prózai szövegek felejtési görbéjét vehetjük alapul (5.: 109. o.; 3. ábra). Ezek szerint a prózai szövegek emlékezetben tartása már 2—3 nap után az eredeti 50%-ára csökken, s 20—25 nap után gyakorlatilag állandósul egy ennél is alacsonyabb értékben. Mivel a mi vizsgálatunkban mindkét osztály feladatainak kétszeri megoldása között ennél jelentősen hosszabb idő telt el, az időkülönbség nem befolyásolta az eredmények alakulását.

Metodikai szempontból azonban nem hagyhatjuk figyelmen kívül a fenti pszichológiai tényeket. A jelenlegi, 10 napos óraterv szerint 3, illetve 4 fizikaóra van 10 nap alatt. A munkaszüneti napokat is számítva, átlagosan 4,7, illetve 3,5 nap telik el két-két fizikaóra között. Számolnunk kell tehát azzal, hogy jelentősen csökken a tanulók által megőrzött ismeretmennyiség, mire sorra kerül a következő óra, vagy az azt megelőző, otthoni tanulás.

Ilyen aspektusból nézve, előnyösnek tűnik az Ausztriában és több más országban követett eljárás, hogy a fizikát matematika—fizika—kémia szakos tanárok tanítják, s a tankönyvben egymást váltva szerepelnek a fizikai és kémiai témakörök. Így e két tantárgy együttes óraszámára lehetővé teszi, hogy hetenként 4 órában foglalkozzanak fizikával, majd ezt követően kémiával. Igaz, így többhetes kieső szakaszok is adódnak hol fizikából, hol kémiából, de az ebből adódó felejtés — a fentiek szerint — feltehetően kisebb, mint a heti kevés óraszám esetében.

A tananyag-feldolgozás módja és a megőrzés

Az ismeretek megőrzésének tartóssága, szilárdsága jelentős mértékben függ a tananyag feldolgozásának módszerétől és a pszichológiai feltételektől, körülményektől. A teljességre törekvés nélkül, most csupán néhány tényezőre szeretnénk felhívni a figyelmet.

Az ismeretek megőrzésének legfontosabb feltétele a megértés. Tartósabban megőrizhetők az ismeretek, ha azok szorosan kapcsolódnak egymáshoz, logikai egységet képeznek. Segíti az emlékezeti rögzítést, ha a tananyag feldolgozása valamilyen tevékenységhez kapcsolódik. A sikeres tanuláshoz, megőrzéshez biztosítanunk kell a figyelmet, s ezzel összefüggésben a tanulók érdeklődését, motivációját. A tanuló emlékezetében csak az marad meg tartósan, ami számára lényeges, fontos, ami összhangban van egyéni törekvéseivel (5.: 101. o.; 6.: 443. o.). Az ismeretek megőrzésének egyes feltételeit tehát már az új anyag feldolgozásakor kell biztosítanunk.

A tananyagot úgy kell feldolgoznunk, hogy minél sokoldalúbban adjunk lehetőséget a tanulók számára külső és belső tevékenységekre; biztosítsuk a régi és az új ismeretek logikus egymáshoz kapcsolódását, s a megértést. A tanulók érdeklődési körének az ismeretében, a fizika bármelyik fejezetéhez találhatunk olyan gyakorlati példákat, tudománytörténeti érdekességeket, helyi vonatkozású anyagokat, technikai alkalmazásokat, amelyek felhasználásával érdekeltté tehetjük a tanulókat a fizikai ismeretek feldolgozásában, s biztosíthatjuk számukra a tartós, belső motivációt.

IRODALOM

1. Zátanyi Sándor: Eredményvizsgálat témazáró feladatlapokkal. (Fizika 6—8. osztály.) OPI, Bp., 1982.
2. Báthory Zoltán: Tanítás és tanulás. Tankönyvkiadó, Bp., 1985.
3. Halász Tibor és munkaközössége: Fizika 6. Munkatankönyv az általános iskola 6. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp., 1978.; ua. 7. o., 1979.; ua. 8. o., 1980.
4. Kardos Lajos: Általános pszichológia. Tankönyvkiadó, Bp., 1964.
5. Rubinstein, Sz. L.: Az általános pszichológia alapjai. I—II. Akadémiai Kiadó, Bp., 1979.

CHAOS 1987., Csopak

A káosz szó a közelmúltban egészen különleges jelentést kapott a tudósok körében. 1985. március 14-én rendeztek először olyan szemináriumot természettudományos publicisták számára (New York, American Institute of Physics), melyen a káosz kifejezést a ma használatos tartalommal töltötték meg. A szeminárium korolláriumaként kiadtak egy értelmező szótárt, mely a témakör terminusteknikus-ait tartalmazza. Eben a következő meghatározás található: „chaos — nem periodikus (szabálytalan) viselkedés, mely a rendszer nemlineáris természetéből fakad, ellentétben a zaj jelenségével, mely egy rendszer nemperiodikus viselkedését eredményezi sztochasztikus (véletlen) jellege miatt. Sok tudós véleménye az, hogy a kaotikus viselkedés jellemezhető determinisztikus, nemlineáris differenciálegyenletekkel, melyek bizonyos esetekben olyan eltérő jelenségekhez is illeszthetők, mint az időjárás, folyadékok áramlása, Josephson-kapcsolás, a szív fibrillációja. Ilyen rendszerek fejlődése rövid időközre pontosan megjósolható. Hosszútávú előrejelzésük azonban lehetetlen, mert a szomszédos trajektóriák a fázistérben (a strange attractoron) az idő előrehaladásával gyorsan (exponenciálisan) szétválnak. Ezért még abban az esetben is, ha a rendszer determinisztikus — más szavakkal, determinisztikus differenciálegyenletekkel leírható — viselkedésének hosszútávú előrejelzése csak akkor lehetséges, ha a kezdeti feltételeket végtelenül pontosan ismerjük...”

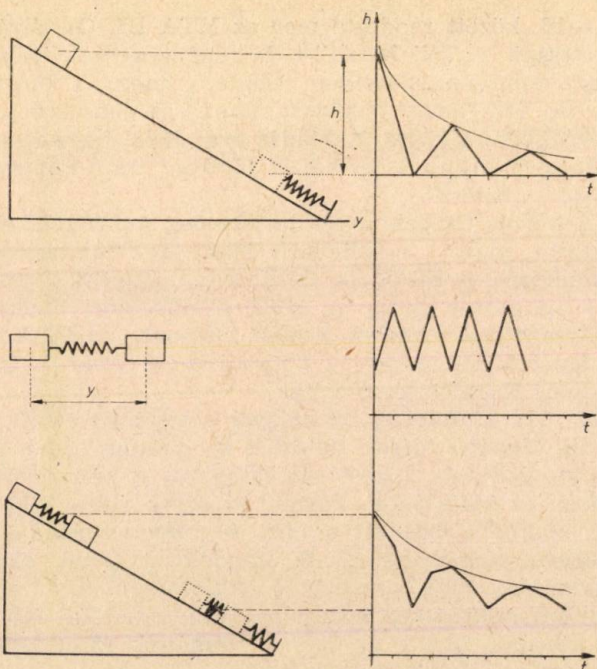
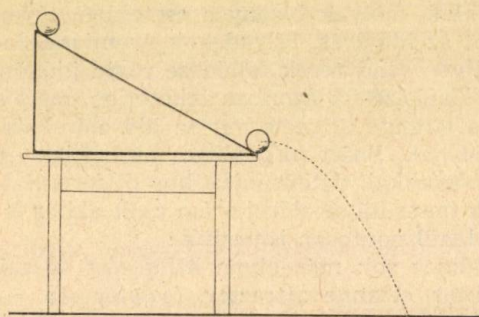
Már ez az egy meghatározás is tartalmaz sok más olyan kifejezést — zaj, nemlineáris jelenség, trajektória, attraktor, strange attractor, fázistér stb. —, melyek további értelmezést igényelnének a kaotikus jelenségek vizsgálatában nem jártas olvasó számára.

Hazánkban 1982. január 11—16. között rendezte meg az MTA III. Osztályának Statisztikus Fizikai Albizottsága a „Téli Iskolá”-t, és az elhangzott előadásokat az Akadémiai Kiadó egy tanulmánykötetben jelentette meg. A könyv szerkesztői: Szépfalussy Péter és Tél Tamás, a könyv címe: Véletlenszerű jelenségek a nemlineáris rendszerekben, a káosz. A kiadás éve: 1982. Ugyancsak ebben az évben jelent meg Marx György „A természet játékai” című könyve, melyben a 233. oldalon található a „Káosz”.

1987. április 26. és május 2. között Csopakon rendezték meg a CHAOS elnevezésű nemzetközi tanácskozást, mely a nemlineáris jelenségek tanításával foglalkozott. A nemzetközi találkozózt az ELTE, az OOK és a budapesti József Attila Gimnázium rendezte, a sponsorok pedig az ICPE (Nemzetközi Fizikatanítási Bizottság), az ICTE (Nemzetközi Elméleti Fizikai Központ), az MTA, a Művelődési Minisztérium, az Ipari Minisztérium, a Tudományszervezési és Informatikai Intézet, a Villamosipari Kutatóintézet voltak.

A nemzetközi műhelynek kb. 120 külföldi és 50 magyar regisztrált résztvevője volt. A délelőttiakat mindig plenáris ülések töltötték ki, délután pedig tíz témakörből, négy-négy műhelyfoglalkozás között válogathattak a résztvevők. Az estéket is hasznosan töltötték az érdeklődők. Például az egyik este a világ-hírű Mandelbrot-halmazok birodalmába vezetett be dia- és videovetítéssel, illetve színes mozgófilm segítségével személyesen B. B. Mandelbrot. (Azok, akik nem vettek részt ebben, a Tudomány 1985/2. számának címfotójából és az abban olvasható „A számítógép mint mikroszkóp behatolhat a matematika legbonyolultabb területeire” című írásából, illetve az 1987/4. számának 43. oldalán látható fotó alapján sejtetik meg az előadás tartalmát.

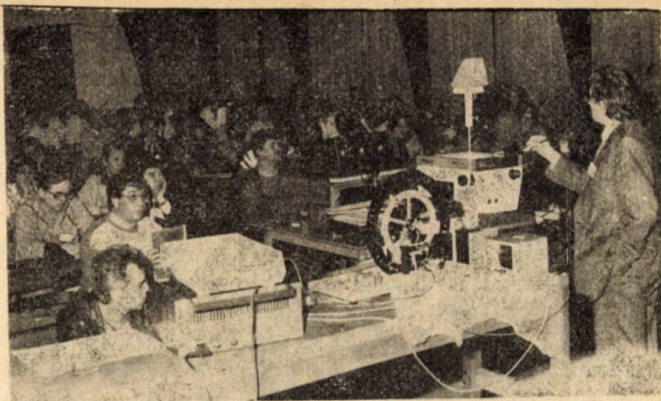
Bár a káosz témakörében kémiai jelenségek (oszilláló kémiai reakciók), biológiai események (populáció genetika) stb. tartoznak, a káosz középiskolai tanításával foglalkozó szekcióban (műhelyben) uralkodott a fizika. Nálunk is reprodukálható modellt mutatták be a karlsruhei F. Herrmann és L. Mingerulli. Egyszerű mechanikai kísérletekkel vezették el a hallgatókat a kaotikus viselkedés megismeréséhez. Mint a középiskolai fizikatanítás szerte a világon, arra adtak példát, hogy kísérletekkel a mozgás törvényei feltárhatók, majd azok birtokában a jövő megjósolható. Például arra a kérdésre, hogy mi történik az asztal szélére helyezett, lejtőn leguruló golyóval, az volt a válaszuk, hogy nézzünk egy kísérletet. Az asztal széléről „vízszintes hajtással” mozgó golyónál néhány kísérlet után már megjósolhatták az esemény kimenetelét, azaz nagy valószínűséggel megjelölték a tanuló a golyó talajra érkezési helyét (1. ábra). Az elsőt további kísérletek követték. Surlódás nélküli (légpárnás) lejtőn



lecsúszó test a lejtő végénél rugónak ütközött. Néhány megfigyelés után a továbbiak kimenetele előre látható volt (2. ábra). Ha a surlódást nem küszöbölték ki eléggé, akkor a csillapodás első észlelése után a további kísérletek várható kimenetelét ismét elég pontosan megjósolhatták. A kaotikus viselkedéshez a következő két kísérletre jutottak:

Két egyforma testet tekercsrúgóval kötötték össze, majd az összenyomott rúgó végén lévő testeket légpárnás asztalra helyezték. A létrejött mozgás tanulmányozása elvezetett ahhoz az ismerethez, melynek segítségével a „a rendszer jövőbeli viselkedése” viszonylag hosszú távra megjósolható (3. ábra). Az eddigi ismeretek szintézisére törekedtek azzal a

kísérlettel, amikor a rugóval összekötött testeket helyezték a lejtőre, melynek végén ismét egy tekercsrugót helyeztek el (4. ábra). Mielőtt elvégezték a kísérletet, becslést kértek a várható kimenetelre, az eddigi ismeretek alapján. A többség elvárása az volt, hogy a csillapodó amplitudójú rezgésre szuperponálódik egy másik rezgés. Nem sikerült a jóslás. A kísérlet elvégzése más eredményt hozott. A megfigyelés utáni becslések sem voltak sikeresek. A tapasztalatok azt mutatták, hogy bizony ez a jelenség nagyon érzékeny a kezdeti feltételekre, s egyszer sem sikerült még egy azonos eredményű kísérletet bemutatni.



Ez ugyan nem volt „a káosz tanítása”, de megérezttette annak lényegét a hallgatósággal. Azok számára, akik többet szeretnének tudni a mechanikai rendszerek kaotikus viselkedéséről, s nem voltak jelen a csopaki konferencián, ajánlom K. Luchner és R. Worg müncheni egyetemi oktatók tanulmányát a Fizikai Szemle 1986/10. számában, melynek címe: Kaotikus rezgések; megfigyelés, szimuláció, értelmezés. Csopon jelen volt a cikkben leírt kísérleti berendezés (módosított Pohl-készülék) (lásd a felső fotót), és a műhelyek keretében bárki elvégezhetette a megfigyelést és mérést is.

Egy másik kiemelkedő eseménnyel is szeretném megismertetni az olvasót, mely ugyan teljes mértékben hazai, de a nemzetközi szeminárium nemhivatalos eseményei között bajlott le. Marx György az idén májusban ünnepelte hatvanadik születésnapját. Ebből az alkalomból jelentette meg az OOK a „Játékos atomok” című tanulmánykötetét, illetve annak angol nyelvű változatát „The game called science teaching” (A játék, melyet természettudomány tanításának neveznek). A könyv előszavában Genzwein Ferenc, az OOK igazgatója írt születésnapi köszöntőt, a tanulmányok szerzői pedig Marx György külföldi és hazai barátai, tanítványai, illetve tisztelői, akik írásukat Marx Györgynek ajánlották. Mind a két kötetet, a jelenlévő külföldi és hazai szerzők jelenlétében, egy hatalmas torta kíséretében adták át Marx Györgynek.

(A könyvek megrendelhetők az OOK-nál, dr. Bernáth Jenő felelős kiadó névén. Ára: 100 Ft.).

A TIT és a csillagászat oktatása a középiskolában

Az idén lesz harminc esztendeje annak, hogy Föld körüli pályára állt az első mesterséges égitest. Ezzel új fejezet kezdődött az emberiség életében: nemcsak bolygónk felszínéről kutathatta a világűr rejtelmait, hanem a légkörön kívülről is. E nagyszerű lépés megtételéhez azonban szükség volt egy több évezredes tudomány ismeretére — a csillagászatra.

A csillagászatot az egyik legrégebb tudományként tartják számon. Nagyon sok tudományág fejlődését segítette elő a fizikáét, matematikáét, kémiáét, biológiáét, földrajzét, filozófiáét. Természetesen ezek a tudományágak is visszahatottak a csillagászatra. Ez is mutatja azt, hogy az asztronómia nem csak a „csillagnézőknek” ad információt, tartogat érdekességet, hanem a teljes természettudomány számára is. Az általános műveltség részét nem csak humán ismeretek, hanem természettudományi ismeretek is képezik.

A középiskolai oktatás célja — többek között — egy általános műveltségi szint adása. E szinthez mérten szükség van csillagászati ismeretekre is. Hogyan tehetnek szert a diákok ezekre? A válasz egyszerűnek tűnik: a földrajz és a fizika keretein belül. Tekintsük át, hogy mit mutat a jelenlegi kép erről!

A középiskola III. osztályában a földrajztankönyv (fakultatív) tartalmaz csillagászati ismereteket. Foglalkozik a Naprendszerrel, a Nappal és a Földdel mint égitesttel. Dede Miklós és Isza Sándor Fizika II. tankönyve több helyen is nyújt csillagászati ismereteket. Elsősorban égi mechanikai alapokat ad, a Kepler-törvények levezetése, az égitestek mozgásának ismertetése révén. Szól az űrhajózásról is. Mindezeket számos kép és ábra teszi szemléletessé.

A második fizika-(alternatív) tankönyv „A gravitáció” című fejezetet szenteli a Kepler-törvények, a tömegvonzás és az űrhajózás bemutatásának.

Az előbbiekhöz képest igen magas szintű a Tóth Eszter által írt negyedikes tankönyv 40—43. fejezete, amely asztrofizikai ismereteket nyújt. Két olvasmány is kapcsolódik a tananyaghoz, amely év végén kerülhet tárgyalásra.

A sort végül több fakultatív tankönyv zárja, amely szintén végzősöknél szól: Csaba György: Csillagászati megfigyelések; Both Előd—Horváth András: Űrkutatás; Némédi István; Asztronautikai feladatok.

Láthatjuk tehát, hogy az asztronómia nem foglal el nagy részt a négy év folyamán, s azt is leszűrhetjük, hogy nem szerepel kiemelt helyen. Felmerülhetnek olyan problémák is, hogy az oktatók nem szívesen tanítják meg ezeket az ismereteket — tisztelet a kivételnek —, mivel nincs komplex csillagászati tudásuk. Így nézve nem kapunk pozitív képet a középiskolai csillagászati oktatásról.

Pedig a diákok nagy része érdeklődik az univerzumunkról kialakított kép iránt. Szinte minden iskolában van egy-két lelkes ember, aki — vagy akik — csillagászati szakkört alakítanak, s diáktársaiknak előadásokkal bővítik ez irányú ismereteit.

Természetesen nekik is valahonnan hozzá kell jutni az információhoz. Ismeretterjesztő könyveket, folyóiratokat olvasnak, planetáriumba járnak, TIT előadásokat hallgatnak meg stb.

Mit lehet tenni a „pozitivitás” érdekében? Nagyon sokat! Segítséget kell kérni a Tudományos Ismeretterjesztő Társulattól! A TIT célja — többek között — az is, hogy minél több emberrel ismertesse meg a társadalom- és természettudomány, így az asztronómia eredményeit. Országos hálózata révén bármely középiskola megkaphatja a segítséget.

A TIT szervezeteinek Csillagászati és Űrkutatási Szakosztálya kifejezetten az „égi tudomány” ismereteinek átadásával foglalkozik. Milyen formában teszi ezt? Igen sokrétűen! A legklasszikusabb forma az előadás. Minden évben több ezer előadás hangzik el erről a témakörrel az ország számtalan helységében. Nem csak ún. „szóló” előadásokra kerül sor, hanem nagyon sok előadás-sorozatot is meghallgathatnak az érdeklődők, mint például a — minden évben megrendezésre kerülő — Csillagászati Hét alkalmából. Minden évben megjelenik az a könyvterjedelmű ismertető, amely alapján előadásokat és sorozatokat lehet választani és rendelni (a kiadvány iránt érdeklődni lehet a TIT Budapesti Szervezeténél: Bp. Múzeum u. 7. T.: 341—360. 1088).

Ahogy a szolás tartja: „A szó elszáll, az írás megmarad.” A TIT számos ismeretterjesztő lapot tart fenn közművelődési céllal. Ezek közé tartozik az „Élet és Tudomány”, a „Föld és Ég”, a „Természet világa”. Ezek a folyóiratok — elsősorban a „Föld és Ég” — csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztést végeznek. Segítséget adhat az iskolai oktatáshoz, hiszen cikkei közérthetőek, s nem kívánnak magasabb fokú előismereteket. Zárójelben jegyezzük meg, hogy a földrajz iránt érdeklődők számára is sok új ismeretet nyújt ez a lap.

Megemlítjük, hogy a TIT Uránia Csillagvizsgáló gondozásában jelenik meg a „Meteor” című kiadvány, amely elsősorban az észlelő amatőrcsillagászok számára kínál érdekességeket.

A TIT sokrétű ismeretterjesztő tevékenységének bizonyosságai azok az intézmények, amelyek a közművelődést és az ismeretterjesztést szolgálják. Ide sorolhatjuk — Budapesten — a már említett Uránia Csillagvizsgálót (címe: Bp., Sándor u. 3/b. 1016 T.: 869—233, 869—171.), a Planetáriumot (Bp. Pf. 46. Bp. Népliget. 1167 T.: 344—511, 344—512, 344—513).

A Budapesten kívüli intézmények:

Bács-Kiskun megyében: Az MTA Csillagászati Kutató Intézet Bajai Obszervatóriuma is segíti azt, hogy minél többen megismerjék a csillagos ég szépségét. Kalocsán a gimnázium épületében találhatjuk meg a „Haynald Obszervatóriumot”. Kecskeméten kitűnő bázisul szolgál a helyi planetárium (Lánchíd u. 18., t.: 76—22-994). Lelkes munkatársai sokoldalúan hasznosítják a rendelkezésre álló eszközöket. Az intézmény előadásait a „Föld és Ég” folyóiratban is megtalálhatják az érdeklődők. Kiskunhalason egy jól felszerelt bemutató csillagda várja az érdeklődőket — a Kossuth L. u. 43. sz. alatt —, melynek Balogh István a vezetője.

Baranya megyében Pécsen találjuk — a Természettudományi Stúdió épületében — a helyi planetáriumot és a bemutató csillagvizsgálót.

Békés megye egyik híres városában — Gyulán — a 48-as u. 11. sz. alatti Természettudományi Stúdió felső szintjén bemutató csillagvizsgáló található. A városban — a víztorny épületében — az MTA Csillagászati Kutató Intézet Debreceni Napfizikai Obszervatórium fiókobszervatóriuma működik.

Borsod megye központjában — Miskolcon — a TIT Uránia Csillagvizsgáló Dorottya u. 1. sz. alatti tízeleteres épületének tetején működik bemutató csillagda.

Fejér megyében a megyeszékhelyen van az Ifjúsági és Úttörőház kezelésében működő csillagvizsgáló. A Mars téri Barátság Házában találhatjuk meg a TIT székhelyét.

A *Hajdú - Bihar megyei* Napfizikai Obszervatóriumról már szó esett korábban. A debreceni Botanikus kertben találhatják meg az érdeklődők, ahová csak előzetes bejelentkezés alapján juthatnak be.

Heves megye patinás központjában — Egerben — a Tanárképző Főiskolán is folyik csillagászatoktatás. Ezt — és az érdeklődők kíváncsiságát is — jól elégíti ki az egykori Líceum tornyában elhelyezett csillagvizsgáló.

Komárom megyében Tatabányán az ELTE TTK Továbbképzési Csoportjával kötött megállapodás alapján kezdődött el a hat féléves csillagász főiskolai szintű ismeretterjesztő képzés. A képzés részvételi díja félévenként 2500 Ft, ami az oktatással kapcsolatos kiadásokat fedezi. Ez a továbbképzés komoly csillagászati, fizikai és matematikai ismereteket ad. Érdeklődni lehet az ELTE TTK Továbbképző Csoportjánál (T.: 189-833/492) és a TIT Tatabánya Városi Titkárságán Tatabánya, Pf. 215. 2802 T.: 34-12-622).

Nógrád megyében Salgótarján—Gedőcstetőn érdeklődhünk a TIT keretében álló — Könnyű József által vezetett — bemutató csillagdában.

Szabolcs megye centrumában — Nyíregyházán — a Bessenyei György Tanárképző Főiskola csillagászati oktatását is szolgálja a tetőn lévő két kupolás gyakorlócsillagda.

Szolnok megyében a szolnoki pályaudvar mellett épült 25 emeletes toronyház tetején találunk bemutató csillagvizsgálót. A városban működik még a Tiszamenti Vegyiművek csillagvizsgálója.

Vas megyében a szombathelyi Gothard-Obszervatórium területén van a bemutató csillagvizsgáló. A városban dolgoznak az MTA Csillagászati Kutató Intézet helyi obszervatóriumának munkatársai.

Zalaegerszegen a Munkácsy Mihály szakmunkásképző Intézet udvarán működik egy kis bemutató csillagvizsgáló. Nagykanizsán is van hasonló intézmény.

Kaposvárott — *Somogy megye* központjában — a megyei TIT szervezet üzemelteti a város határában épült — jól felszerelt — bemutató csillagvizsgálóját.

Tájékoztatásul felsoroljuk az országban található megyei TIT szervezetek *Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályainak* helyét — ahol a Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályok is találhatóak —, itt segítséget nyújthatnak a középiskolai (is) csillagászat oktatásához:

- Pécs, Janus P. u. 11. 7611. T.: 72-10-808, 10-924.
- Kecskemét, Rákóczi u. 2. 6000. T.: 76-21-765, 22-744.
- Békéscsaba, István kr. tér. 8. 5601. T.: 66-25-238, 28-182.
- Miskolc, Széchenyi u. 16. 3530. T.: 46-89-629, 15-492.
- Szeged, Kárász u. 11. 6720. T.: 62-21-733.
- Székesfehérvár, Marx tér 1. 8001. T.: 22-11-001, 11-438.
- Győr, Tanácsköztársaság u. 5. 9021. T.: 96-16-686, 16-675.
- Sopron — T.: 99-11-000, 12-562.
- Debrecen, Vöröshadsereg u. 45. 4001. T.: 52-12-283, 14-970.
- Eger, Klapka u. 9. 3300. T.: 36-13-395, 10-743.
- Tatabánya, Semmelweis u. 3. 2800. T.: 34-11-251. k2-622.
- Salgótarján, Mémleg u. 2. 3100. T.: 32-14-082, 14-282. Gedőcstető, Oktatási Bázis. T.: 32-11-618.
- Budapest, Múzeum u. 7. 1088. T.: 141-246. 142-876, 136-263.
- Kaposvár, Dózsa Gy. u. 18. 7400. T.: 82-12-501.
- Siófok — T.: 84-11-156.
- Nyíregyháza, Lenin tér 10/a, 4400. T.: 12-10-165, 10-948, 10-924.
- Szolnok, Kossuth tér 4. 5000. T.: 56-12-978, 12-350, 18-944.
- Szekszárd, Hunyadi u. 5. 7101. 74-16-122, 11-847.
- Szombathely, Kőszegi u. 2. 9700. T.: 94-13-134, 13-133, 13-132.
- Veszprém, Bajcsy Zs. u. 35. 8200. T.: 80-11-253.
- Zalaegerszeg, Dísz tér 7. 8900. T.: 92-13-378, 13-377, 13-379.
- Nagykanizsa — T.: 93-11-071.

A TIT Országos Központja Budapesten a VIII., Bródy S. u. 16. 1367. sz. alatt található, T.: 343-380.

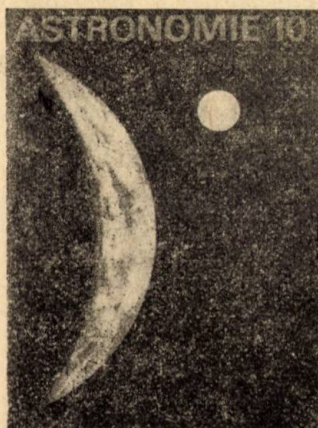
Mint már említettük, Budapesten — a Gellérthegy — található az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló. Az érdeklődők — vasárnap kivételével — bármely derült este 18^h—22^h-ig vehetnek részt távcsöves bemutácson. Igen népszerűek az itt rendezett ún. csütörtöki sorozatok előadásai. A csillagda — telefonon való előzetes bejelentkezés alapján — csoportokat is fogad. A csoportok részére előadók is rendelkezésre állnak. Kitűnően egészíti ki az Uránia — valódi égbolt bemutató tevékenységét — a Népligetben levő Planetárium. Ez az intézmény kifejezetten az ismeretterjesztést szolgálja. Látványos műsorai között több olyan is található, amely elsősorban oktatási céllal készült, a részletes műsor a „Föld és Ég” folyóiratban is megtalálható. A Planetárium szellemi és műszaki feltételei lehetővé teszik az igen magas szintű előadások megtartását.

Láthatjuk tehát, hogy a TIT milyen sokrétű tevékenységgel szeretné elérni, hogy országunkban minél több ember ismerje a csillagászat és az űrkutatás eredményeit.

Végezetül egy rövid körkép a környező országok csillagászat oktatásáról! Csehszlovákiában a fizika tantárgy keretén belül tárgyalják a csillagászatot.

A tőle északra fekvő Lengyelország iskoláiban külön tantárgyként is szerepel, ugyanakkor a fizikával együtt kerül ismertetésre. A Német Demokratikus Köztársaságban kiemelt helyen szerepel a csillagászat, nemcsak tantárgyként, hanem intézménylétesítés szempontjából is. Az országban — szinte megszámlálhatatlan — kitűnően felszerelt bemutató csillagvizsgáló várja az érdeklődőket és az amatőröket. Természetesen a Jénában levő Zeiss-műveknek köszönhető — elsősorban — ez a nagyon kedvező kép. Az oktatásban a 10. osztályosok számára készült külön csillagászati tankönyv. A tanárok oktató munkáját módszertani kiadványok és külön folyóirat is segíti, amely pl. óravázlatokkal is szolgál.

Jugoszláviában — a Szerb Köztársaságban — a gimnázium reál tagozatán külön tantárgyként szerepel az asztronómia.



Az NDK-ban rendszeresített tankönyv a 10. osztályosok számára



Módszertani folyóirat címlapja, az NDK-ban



A csillagászat oktatását segítő kézikönyv (NDK)



A Szerb Köztársaságban használt tankönyv a IV. osztályosok számára



Magyar nyelvű tankönyv a XII. osztályos tanulók számára — Romániában →



Orosz és magyar nyelvű tankönyvek — a Szovjetunióban adták ki ezeket — a 10.osztályosok számára

Segédanyag a tárgy oktatásához (Szovjetunió)

A szomszédos Romániában minden iskolában kötelező tantárgyként szerepel. A magyar anyanyelvűek számára magyar nyelvű tankönyv szolgál „Csillagászat” címmel.

A Szovjetunióban a tizedik osztályban tanulók önálló tárgyként ismerkedhetnek meg e tudomány eredményeivel. Itt is van magyar nyelven megírt tankönyv, s az NDK-hoz hasonlóan külön kiadvány segíti az oktatók munkáját.

Mindezek azt mutatják, hogy a csillagászat oktatása a legtöbb — környező — országban kiemelt helyen szerepel. Kíváncsú lenne, ha hazánkban is — a fizika, illetve a földrajz keretén belül — elnyerné az őt megillető helyet.

Ez a cikk elsősorban a megillető helyhez vezető úttal kapcsolatos megjegyzéseket és irányokat kívánta ismertetni.

Reméljük, hogy mind több pedagógus igénybe fogja venni az itt felkínált lehetőségeket, hogy a diákoknak komplett képet tudjon nyújtani a bennünket körülvevő világról.

ZÁMBÓ SÁNDORNÉ tanár,
Szigetszentmiklós, Erdei Ferenc Általános Iskola

Tanulóink véleménye a fakultációról

Iskolánkban a fakultáció bevezetésére az 1984/85. tanévben került sor. Az újító szándékú kollégák az első adandó alkalommal meglátták a fakultációadta lehetőségeket. Ahhoz azonban, hogy a fakultáció igazán hatékony legyen, a tanulók együttműködésére is szükség van. A fakultáció megadja a tanulóknak azt a szabadságot, hogy a felkínált lehetőségek közül a számukra legmegfelelőbbet, az érdeklődésüket kielégítőt válasszák. Fontos, hogy a tanulók szívesen és a kellő kíváncsisággal járjanak a foglalkozásokra.

Whittman írja: „A tudásvágy az emberi megismerés legerősebb mozgatórugóinak egyike. A gyerekek rendkívül gyorsan ismerik meg a világot, a tel-

hetetlen kíváncsiságuknak köszönhetően fejlődnek. Ha a tudásvágy elhal, ezzel lényegében kihuny az intellektus is. Minden nagy felfedezés a kíváncsiságon alapul. Ne engedjük, hogy ez kialudjék”.

A fakultáció sikere vagy sikertelensége múlhat az *előkészítő tevékenységen, az irányításon, a szervező munkán*, s természetesen sok máson is. A fakultáció beindításakor, ha korán sikerül kiszűrni az első lépések során elkövetett hibákat, megvan a lehetőség arra, hogy a hibákat időben korrigáljuk, s a tanuló valójában megkapja azt a többletet, amelyet a fakultáció adhat.

A 7. és 8. osztályosok számára működő fakultáción 85 hetedikes és 58 nyolcadikos *tanulónk véleményét* kérdeztem meg a fakultációról. Jelenleg a nyolcadikosok számára öt csoportunk működik (Honismereti, Orosz nyelv, Föld-víz-levegő, Biológia, Energia).

A hetedikeseeknek hat csoport működik (Matematika, Honvédelmi, Háztartási ismeretek, Környezetvédelem, Tájékozódás az információk világában).

A tanulóktól két kérdéscsoportban kérdeztem meg az eddig kialakult véleményüket. Az első kérdéscsoport a 143, fakultációra járó gyerekhez szólt. Kértem tőlük, hogy véleményüket (név nélkül) őszintén írják le. A második kérdéscsoportot csak a 31, Energia fakultációra járó gyerek válaszolta meg.

Első kérdéscsoport

1. *Örölsz-e annak, hogy olyan iskolába járhatsz, amelyben már van lehetőség a fakultációra?*

Válaszok:	7. osztályosok	8. osztályosok
Igen	87 %	75 %
Nem	9 %	15 %
Is-is	3 %	10 %

Elgondolkodtatónak azt tartom, hogy a hetedik osztályosoknál a tanulók 12%-a, a nyolcadikosoknál pedig 25% úgy vélekedik, hogy a fakultáció tulajdonképpen nem jelent örömet, vagy csak részben éri el azt a célt, hogy a gyerekek erre szívesen járjon.

2. *Olyan fakultációra járhatsz-e ami igazán érdekel?*

Válaszok	7. osztályosok	8. osztályosok
Igen	66 %	53,4 %
Nem	23,5 %	44,8 %
Részben	8 %	1,7 %
Nem értékelhető	2 %	

Úgy vélem, az első kérdésre adott válaszoknak egyik oka itt fogalmazódik meg pontosabban. Gyakorlatilag a szervezőmunkánk során a 7. osztályosok 34%-a, a nyolcadikosok 46,6%-a nem tudott a saját érdeklődésének megfelelő fakultációt választani.

Minden igyekezetünk ellenére — hiszen törekedtünk az alapos előkészítésre — mindössze a gyerekek 61%-a tudott kedvére választani.

3. Arra a kérdésre, hogy *milyen fakultációra szeretnének járni*, a következő javaslatok születtek: modellező, barkácsoló, autószerelő, könyvtáros, természetjáró, barlangász, rajz, csillagász, technika, angol, számítástechnika, közlekedési, testnevelés, francia. Jól látható a felsorolásból, hogy a gyerekek a szigorúan vett tantárgyi anyagoktól eltávolodva, jórészt más területekről jelölték meg választási szándékukat. Célszerűnek tűnik, hogy az iskola tekintsen ki a saját, szűken vett lehetőségeiből, s a környező üzemek segítségével is igénybe véve szervezze a fakultációt. (Persze itt felvetődik az a kérdés, hogy

ki jön általános iskolába 40 Ft-os órabérért angolt vagy franciát tanítani, de valószínű, hogy kőműves fakultációt sem lehetne ennyiért megszervezni.)

4. Érdekelt az is, hogy a tanulók *jónak tartják-e, hogy az őket tanító tanárok tartják a fakultációt.*

A tanulók döntő többsége jónak tartotta, de főként arra hivatkozva, hogy a pedagógusokkal kölcsönösen ismerik egymást, s nem kell új emberekhez alkalmazkodniuk, ugyanakkor meghívottként szívesen látnának külső előadót is.

5. *Milyen javaslataid lennének a fakultáció hatékonyabbá tételére?*

A tanulók a következő javaslatokat fogalmazták meg:

- legyen sok kirándulás és múzeumlátogatás;
- többen tartsák a fakultációt;
- legyenek az iskolán kívül a fakultációk;
- az elméletibb jellegű fakultációra csak a jobb képességű tanulókat kellene felvenni;
- legyen követelmény a fakultáción;
- legyenek gyűjtőmunkák, csoportmunkák;
- legyenek könyvtárlátogatások;
- legyen a fakultáció órarendbe építve (jelenleg iskolánkban az a gyakorlat, hogy a fakultáló osztályoknak délelőtt 3—4 órája van, s a fakultációra délután kerül sor);
- lehetne osztályzat (idegen nyelvű fakultáció);
- 10 gyereknél több ne járjon egy fakultációra;
- kevesebb elméleti és több gyakorlati fakultáció legyen;
- ne legyen mindenkinek kötelező, csak az járjon akit érdekel;
- a gyerekek választhassák meg, hogy milyen témák legyenek a fakultáción!

Egyértelműen látszik, hogy a tanulók válaszaikban arra törekedtek, hogy a fakultáció valóban jobb lehessen. Természetesen a válaszok között van néhány olyan javaslat, amely szervezési nehézségek miatt megvalósíthatatlan, de érdemes néhány ötletet megfogadni, a programok előkészítésénél figyelembe venni.

Segíti-e tanulmányi munkádat a fakultáció? Többet ismeretekhez jutottál-e?

A gyerekek 64%-a szerint a tanulmányi munkát segíti a fakultáció.

Néhány vélemény:

- a fakultáción olyan dolgokat is megtudunk, aminek nem néznénk egyébként utána;
- jó, hogy sok érdekességről hallunk;
- a fakultáción jobban oda tudok figyelni, mert kevesebben vagyunk;
- amióta fakultációra járok, jobban értem az anyagot;
- sok új tapasztalattal gazdagodtam.

Az *Energia fakultációval* kapcsolatban 17 hetedikes és 14 nyolcadikos tanulót kérdeztem meg. Mindkét csoportban az *OPI által kiadott segédanyagot* hasznosítottam, egyéni körülményeinket figyelembe véve. Élünk egyéb lehetőségekkel is (pl. James Watt-kiállítás, Planetárium, Közlekedési Múzeum meglátogatása stb).

Második kérdéscsoport

1. *Miért választottad az Energia fakultációt?*

A legjellemzőbb válaszok:

- érdekel a fizika;
- szeretem a fizikát;
- ilyen irányú a továbbtanulási szándékom;

— szeretek kísérletezni, és szeretek a számomra megválaszolatlan kérdésekre választ kapni;

— szeretném a kevésbé értett anyagokat is megérteni.

De ellenpólusként a következő válaszok is megjelentek:

— én nem választottam, itt volt hely;

— nem ide akartam jönni, de ez is érdekel;

— nem volt jobb.

2. *A fakultáció beváltotta-e a hozzá fűzött reményeidet?*

A tanulók 87%-a igennel válaszolt erre a kérdésre, de kiemelték, hogy leginkább a kirándulásokat, érdekes kísérleteket, múzeumlátogatásokat kedvelik.

3. *Tetszenek-e azok a témák, amelyeket feldolgozunk?*

Igennel válaszolt a tanulók 67%-a

Részben tetszik a tanulók 26%-ának

A válaszok közül néhány:

— igen, tetszenek; főként a kísérletek, és mert jobban lehet érteni az anyagot;

— jó, hogy nem közvetlenül kapcsolódik az iskolai anyaghoz, érdekesebb, több ismerethez jutunk.

4. *Mi az, ami legjobban tetszett a fakultáción?*

— a kísérleteket említi a tanulók 74%-a,

— a kirándulásokat, múzeumlátogatást 61%-a.

De a következők is megfogalmazódtak:

— jó, hogy jelentkezés nélkül beszélgethetünk;

— jó, hogy nem osztályoznak mindent;

— jó, hogy látom is azt, amiről beszélünk;

— szeretem, ha beszélgetünk.

Hangsúlyozom, hogy a gyerekek nagyon szeretik, ha módjuk van beszélgetni. Rengeteg olyan információhoz jutnak, amelyre nem tudják pontosan a magyarázatot. A fakultáció kevésbé feszes tempója, kötetlenebb formája lehetőséget ad a legkülönbözőbb témák megbeszélésére. Szó esett a tudósok felelőségéről, azokról az emberi példákról, amelyekről az órán nincs igazán idő elmélkedni. Lehetőség nyílik arra is, hogy szakfolyóiratokban búvárkodjunk. Jól használható kézikönyvnek bizonyult *Bonifert — Halász — Miskolcziné — Molnárné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak* c. könyve. (Ebből minden tanuló kezébe tudunk adni egy példányt.)

5. *Véleményed szerint hogyan lehetne még jobb az Energia fakultáció?*

A tanulók igényei:

— legyen több kirándulás;

— szeretem, ha sok a kísérlet;

— jó lenne egy év végi kirándulás;

— szívesen megismerném mélyebben a fizikusok életét és munkásságát;

— jó lenne, ha csak olyanok járnának fakultációra, akiket érdekel is a fizika.

A véleményeket figyelembe véve elmondhatjuk, hogy a tanulóknak tetszik a fakultáció lehetősége, de az igényekből az is kitűnik, hogy a tanítási óra jellegétől erősen eltérő, érdekes, színes programokat kedvelik. Igazán csak akkor lesz eredményes a fakultáció, ha a tanulók igényei és a pedagógusok elképzelései között sikerül megteremtteni a megfelelő összhangot. Persze szem előtt kell tartani, hogy a tanulóknak nem csak azt kell adni, amit kérnek, hanem azt is, amit kérniük kellene.

Egy felmérés tanulságai

Munkaközösségünk elhatározta, hogy megvizsgáljuk, milyen szinten állnak tanulóink a *számítási feladatok* megoldásában. A XVII. kerület minden iskolájából a 7/b osztályos tanulók vettek részt az eredményvizsgálatban. Összesen 278 tanuló feladatmegoldását összegeztük, elemeztük.

Elöljáróban szeretném leszögezni, hogy a vizsgálat nem alkalmas a tanterv teljesítésének lemérésére, mivel csak egy szűk területre korlátozódnak a feladatok, s van közöttük olyan is, amely a szokásosnál összetettebb mértekegység-átváltást igényel. Vizsgálatunkkal a *számítási feladatok* megoldásában mutatkozó problémákat akartuk feltárni a mi viszonyaink között, hogy ezek ismeretében határozhassuk meg teendőinket. Nem volt célunk az iskolák közötti különbségek vizsgálata sem. Csak érdekességgéppen említem meg, hogy a legjobb eredmény (69,5%) az egyik, két műszakban dolgozó lakótelepi iskolában született.

A feladatok sorrendjét a fokozatosság elvét figyelembe véve határoztuk meg. A feladatok — egy kivételtől eltekintve — *A nyomás* című témakörből valók. Az első — elektromossággal kapcsolatos — feladat megoldásával arra akartunk választ kapni, hogy mennyire tartós az előző témakörhöz tartozó ismeret.

A feladatok megoldását egy tanítási órára terveztük. A javításnál minden lépést külön pontoztunk, hogy minél konkrétabb tájékoztatást kapjunk a feladatok megoldásáról.

A megoldatott feladatok a következők voltak:

A) csoport

1. $U = 220 \text{ V}$

$I = 2 \text{ A}$

$R = ?$

2. Ha egy test 10 Pa nyomást fejt ki a talajra, ez azt jelenti, hogy

3. $F = 200\,000 \text{ N}$

$A = 500 \text{ m}^2$

$p = ?$

4. Egy lánctalpas traktor súlya 84 000 N. A két lánctalp összesen 2 m^2 felületen érintkezik a talajjal. Mekkora a traktor talajra kifejtett nyomása?

5. Egy elefánt négy lába $0,04 \text{ m}^2$ felületen érintkezik a talajjal. Mekkora súlyú az elefánt, ha 1 000 000 Pa nyomást gyakorol a talajra?

6. Hány Pa nyomás hat a tű hegyénél, ha a tű által kifejtett nyomóerő 50 N, s a tű $0,001 \text{ cm}^2$ felületen érintkezik az anyaggal?

B) csoport

1. $U = 110 \text{ V}$

$I = 5 \text{ A}$

$R = ?$

2. Hogyan változik a nyomás, ha a nyomóerőt és a nyomott felületet is a felére csökkentjük?

$$3. F = 600\,000\text{ N}$$

$$A = 2\text{ m}^2$$

$$p = ?$$

4. Egy harckocsi súlya 500 000 N, lánctalpai a talajjal 2 m² felületen érintkeznek. Mekkora nyomást fejt ki?

5. Mekkora Pistike súlya, ha 0,02 m² felületen 25 000 Pa nyomást fejt ki?

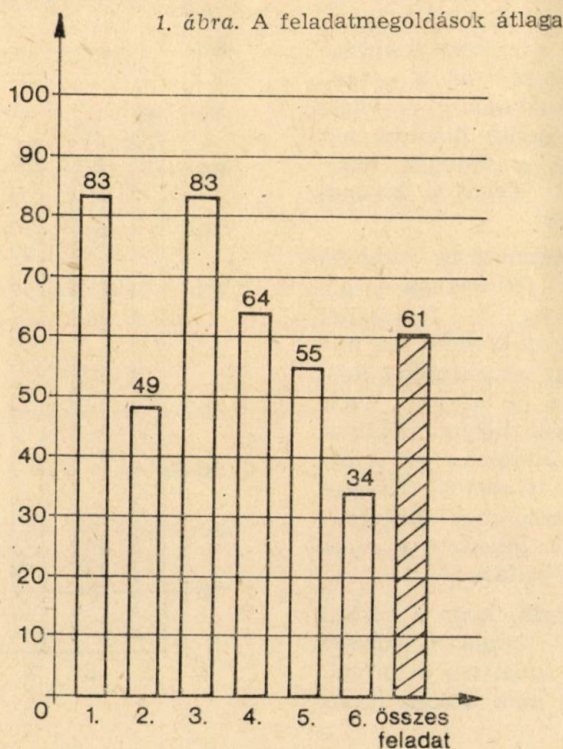
6. Mekkora nyomást fejt ki a szúnyog a bőrödre, ha 0,002 cm² felületen érintkezik vvele, és a szúnyog nyomóereje 0,02 N?

A feladatok százalékos teljesítményét az első diagram mutatja (1. ábra). Mivel az A) és a B) csoport azonos számú feladatai azonos típusúak, a diagram összevontan ábrázolja az A) és a B) csoport eredményeit.

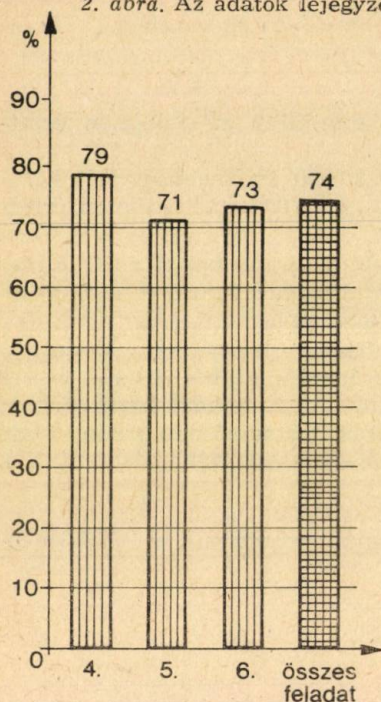
Az első négy feladat *minimumszintű követelmény* teljesítését kívánja a tanulóktól. A 70%-os összteljesítménynek nem lehet igazából örülni, hisz a továbbhaladáshoz ezt mindenkinek tudnia kellene. Az 1. feladat közel 90%-os szintje azt mutatja, hogy az alapul szolgáló ismeretek tartósan bizonyultak, hiszen a tanulók több mint fél évvel a vizsgálat előtt tanulták. Alacsony a 2. feladat 49%-os teljesítménye.

A továbbiakban a következő szempontok alapján vizsgáltuk a feladatmegoldásokat:

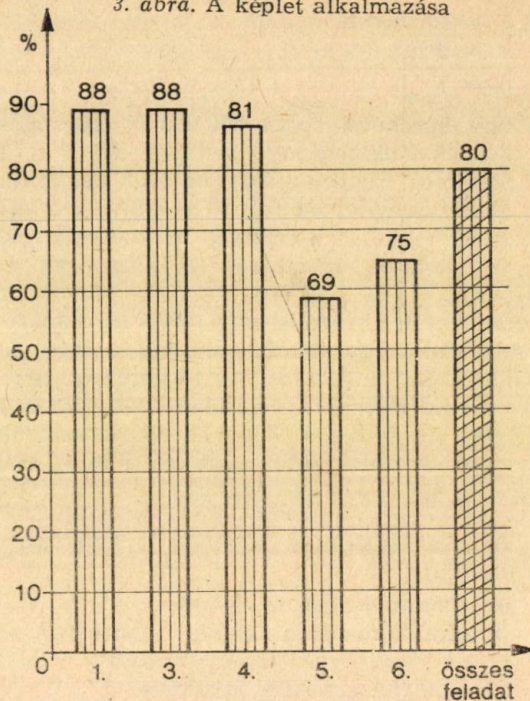
- a mennyiségek lejegyzése;
- az alkalmazásra kerülő képlet kiválasztása;
- a képletbe való behelyettesítés;
- a mértékegységek átváltása;
- válaszadás a szöveges feladat kérdésére.



2. ábra. Az adatok lejegyzése



3. ábra. A képlet alkalmazása

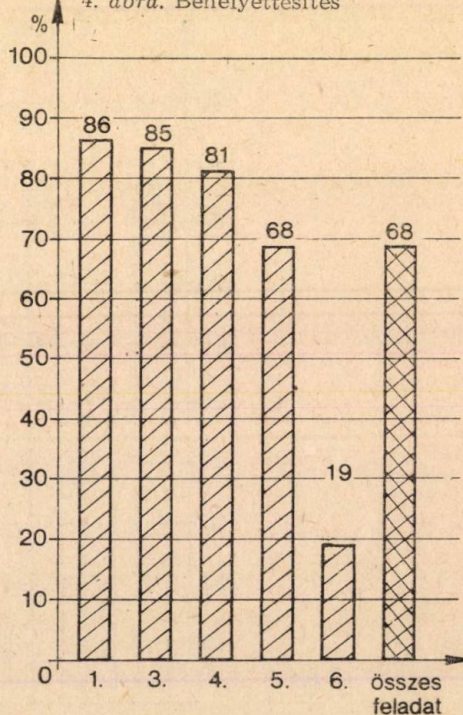


a) A szöveges feladatok megoldásakor arra szoktatjuk tanulóinkat, hogy a szöveg elemzése alapján *jegyezzék fel* a számításhoz felhasználandó *mennyiségeket*. A második diagram azt mutatja, hogy a tanulók hány százaléka tesz eleget e kívánalomnak (2. ábra).

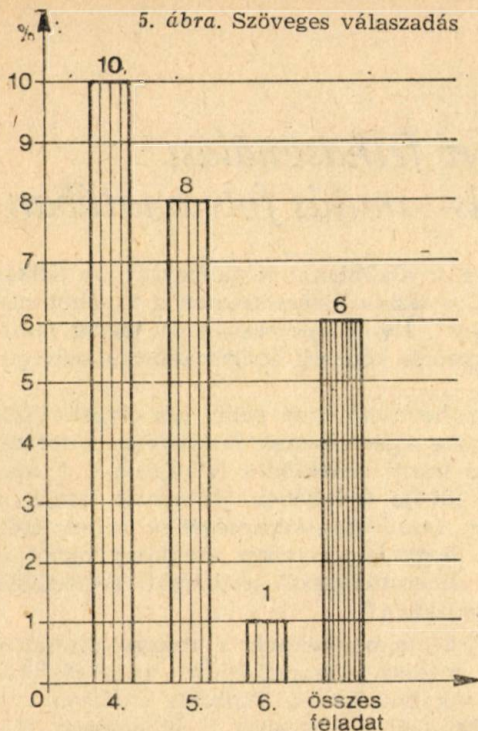
b) Az alkalmazásra kerülő képlet *helyes felírásában* és alkalmazásában az 5. feladatnál van eltérés, de ez érthető is, mivel itt nem az alapképletet kellett alkalmazni (3. ábra). Azok a tanulók, akik helyes képletet alkalmaztak, általában jól is oldották meg a feladatot. (Kivétel a 6. feladat, amelynek megoldásában gondot jelentett a mértékegységek átváltása.)

Ebből is látszik, hogy a fizikai összefüggések képletbe sűrítve igen hasznos tudásnak bizonyul. Természetesen csak akkor, ha fi-

4. ábra. Behelyettesítés



5. ábra. Szöveges válaszadás



nika, de talán egyik tantárgy sem igazán. Sokszor megelégszünk azzal, hogy megértik a tanulók az átváltás technikáját, de készségszintre már nem emeljük, mondván, hogy majd „kialakul”.

e) Szöveges feladatok megoldása esetén megkívánjuk, hogy a tanulók a kérdésre *szöveges választ* adjanak. Felmérésünkben csoportonként három ilyen feladat volt. Sajnos az eredmények maguktól beszélnek (5. ábra). Valószínű, hogy az idővel való örökös „versenyfutás” vagy az erre való hivatkozás az oka. Pedig annyit panaszkodunk, hogy tanulóink nem tudják kifejezni gondolataikat. Ez is egy lehetőség, hogy ezen javítsunk.

Összességében megállapíthatjuk, hogy az elkövetkezendőkben az alábbiak a főbb teendőink:

a) Több gondot kell fordítanunk a *minimumszintű* követelményeket tartalmazó tananyag feldolgozására, gyakorlására.

b) Még fokozottabb odafigyelést igényel a *mértékegységek* használata, az azonos mennyiségek átváltása.

c) Tovább kell lépünk a *nem minimumszintű* követelmények elsajátíttatásában, hogy ezzel is módot adjunk a tehetséges tanulók továbbfejlődéséhez.

d) *Pontosabb, esztétikusabb* munkát kell megkövetelnünk tanítványainktól.

e) Fejlesztünk kell tanulóink *kifejezőmódját*, ügyelnünk kell a *mondat-szerkesztési szabályokra* és a *helyesírásra*.

A fárasztó, sok munkát igénylő felmérés elkészítése végül is a gyakorlatban tapasztalható gondokat, hasznosítható tapasztalatokat hozott a felszínre. Úgy érezzük, megérte a fáradságot a felmérés — ahol mód van rá —, időszakonként érdemes elvégezni.

zikai tartalmát is ismerik a tanulók.

c) A *képletbe való behelyettesítés* terén a legnagyobb gondot a *mértékegységek elhagyása* okozza. Így aztán természetes, hogy ahol mértékegységet is kell (vagy kellene) váltani, halmozódnak a problémák (4. ábra). Jól látszik ez a 6. feladat megoldásában (19%).

d) A *mértékegységek átváltása* sajnos örökké gondot okoz munkánk során. A 6. feladatban is a mértékegységek átváltását a tanulóknak csak 22%-a oldotta meg helyesen. Hogy mennyire nincs egyes tanulóknak érzékük a mértékegységek nagyságrendjéről, jól szemlélteti a következő példa: $0.01 \text{ cm}^2 = 10 \text{ m}^2$ (!).

Az az érzésem, hogy a „sok baba között elvész a gyerek”. Hiszen a mértékegységek átváltásával foglalkozik a matematika, a fizika, a kémia, a tech-

Egy ismeretterjesztő könyv felhasználási lehetőségei a fizikatanítás-tanulás folyamatában

A tanterv *Cél és feladat* című fejezete az alábbiakat tartalmazza: „A fizikatanítás a tanulókat... tegye képessé ... a fizikai ismereteknek a továbbtanulás és önművelés útján való fejlesztésére”. Nyolcadik osztályban pedig minimumkövetelmény, hogy a tanulók „legyenek képesek fizikai témájú szöveget önállóan feldolgozni”.

Az *Energia* című, fakultációs program bevezetőjében pedig ezt olvashatjuk: „A tanulók egységes természettudományos világképének fejlesztése, a természettudomány, a technika és a termelés iránti érdeklődés felkeltése...” fontos feladatunk. A program a tanulók jövője érdekében fontosnak tartja az *önművelés igényének* a növelését és az *önművelés képességének* fejlesztését. „A tanulókat szoktassuk hozzá ahhoz, hogy ismereteiket szakkönyvekből is gyarapítsák, rendszeresen olvassák az ismeretterjesztő irodalmat, segítenünk kell nekik a könyvtárban történő eligazodásban.”

A fenti céloknak, feladatoknak és követelményeknek a megvalósításához kiváló munkatankönyveink használata mellett, elengedhetetlen más *szakirodalom és az ismeretterjesztő könyvek* alkalmazása is. Többféle irodalom beépítése az oktatási folyamatba, szélesebb skálán biztosítja a cél elérését. (L.: A Fizika Tanítása 1983. évi 3. és 6. számában megjelent irodalomjavaslatot!) Hasznos lehet azonban egyetlen megfelelő könyv felhasználása is. Igen értékesnek tartom *Hans Backe: Kalandozások a fizika birodalmában* című könyvét (Móra Könyvkiadó, Bp., 1980).

E mű egyaránt alkalmas az önművelés iránti érdeklődés felkeltésére és fejlesztésére. A tanulókból érdeklődést vált ki mind a külseje, mind a belső képanyaga, mind a tartalma. Az érdeklődés nemcsak felvillan, hanem tartóssá válik, mert a hatodik, hetedik és nyolcadik osztályos tanulók számára érthető, stílusa könnyed, vonzó. Az egész könyv megfelel a tanulók felkészültségének. A fentiekből következik, hogy alkalmas önálló, *otthoni tanulmányozásra*, az iskolai anyag mélyítéseként. Alkalmas több fejezete, a fejezetek néhány részlete arra, hogy belőle *kiselőadásra* felkészüljenek a tanulók. Rajzai, képei érthetőek, maradandó esztétikai élményt jelentenek az olvasónak. Jól felhasználható az éppen soron levő *tananyag megerősítésére*, újabb oldalról való megvilágítására, tájékoztatásra, előremutató anyagrészek feldolgozására. Rendkívül sok tantervi anyaggal kapcsolatos rész van benne. Bemutatja a fizika kialakulását, fejlődését.

A fizika történeti kialakulásával párhuzamosan, feltárja a kutatók életét, munkásságát, tevékenységét, eredményeiket, tévedéseiket, nehézségeiket, a baráti összefogás eredményeként született felfedezéseiket, s a nemzetközi összefogásra való törekvésüket. (Pl. Leibniz nemzetközi akadémiát akart létrehozni, amelyben minden ország tudósai együttesen tevékenykedhettek volna az emberiség javára.) E mű rámutat a *fizika és a mindennapi élet*; a fizika és a *technika*; a fizikai természettörvények és az *ipar*; a fizika és más *természettudomány* kapcsolatára; a fizika és a *termelés* fejlődése közötti kölcsönhatásra. Nagymértékben hozzájárul a tanulók *természettudományos világképének*

a megalapozásához. Sok olyan apró megjegyzésre alkalmas eseményt, tényt, érdekességet találunk benne, mellyel a tankönyvi anyag kiegészíthető, a nevelői magyarázat, feldolgozás érdekesebbé, színesebbé, felejthetlenebbé tehető.

Mindezen értékei miatt, szaktanárnak és tanulónak egyaránt értékes segéd-eszköz ez a könyv. Mind a nevelő, mind az oktatómunka hatékonyabbá tehető megfelelő felhasználásával, felhasználtatásával.

Az általános iskolai fizika mindhárom évfolyamának anyagával kapcsolatba hozható a könyv egy-egy része. A továbbiakban néhány ilyen kapcsolódó pontot kívánok bemutatni.

A tankönyv oldalszáma, anyaga:

H. Backe könyvének oldalszáma, anyaga:

6. osztály

3. o.: Bevezetés	5., 7. o.: Előszó. A legnagyobb folyam- nak is kicsi a forrása.
11. o.: A mágneses kölcsönhatás	11. o.: Thálész i. e. 584-ben felfedezte a mágnességet.
19. o.: Az elektromos kölcsönhatás	11. o.: Thálész i. e. 578-ban felfedezte a gypjával megdözsölt boros- tyán vonzóerejét. Tévedése: mindkét erő okát a mozgást elő- idéző léleknek tulajdonította.
44. o.: A testek tömege	15. o.: „A tehetetlenség törvényét csak Galilei ismerte fel.”
127. o.: Folyadékok és gázok hőtá- gulása a gyakorlatban	19. o.: Philón i. e. 213-ban elkészítette az első termoszkópot. 42. o.: Guericke a levegő hőtágulása alapján szerkesztett hőmérőt. 47. o.: Huygens tökéletesítette a termo- métert. 55—62. o.: „A hőmérő születéséről”
30. o.: A testek súlya	15. o.: Arkhimédész kiszámította a tes- tek súlyát.
31. o.: Az erőmérés	45. o.: Robert Hooke angol természet- kutató szerint meghatározott tar- tományban a rugalmas test meg- nyúlása az alkalmazott erővel egyenesen arányos.
129. o.: Hőáramlás	21. o.: Héron hőáramlással kapcsolatos találmányainak „csoda”-kénti fel- használása.
95. o.: A fajhő	67. o.: Benjamin Thompson többféle módon megfigyelte, hogy dörzsö- léskor hő keletkezik.
75—77. o.: Az anyag belső szerkezete	71—72. o.: Clausius a szilárd, cseppfo- lyós, légnemű halmazállapotokat és változásaikat a molekulák mozgási energiájának megváltoz- tatásával magyarázta.

103—104. o.: A hőmenyiség mérése

68—69. o.: Julius Robert Mayer szerint „egyetlen fizikai folyamatnál nem semmisülhet meg és nem keletkezhet energia, hanem csupán az egyik energiaformából a másikba alakulhat át; az energiák összege állandó marad.” James Prescott Joule is azonos véleményen volt Mayerrel: „Energia nem vész el, csak átalakul.”

7. osztály

97. o.: A levegő nyomása

13. o.: Anaxagorasz már tudta, hogy a levegőnek súlya van.

39—40. o.: A Torricelli-féle légnyomáskísérletek.

40. o.: Pascal továbbfejlesztette Torricelli kísérletét. Sógorával együtt kísérletezve, a Torricelli-kísérlet alapján találták fel a barométert.

47. o.: Huygens tökéletesítette a légszivattyút és újfajta barométert készített.

46. o.: Hooke felfedezte a szélmérőt, a nedvességmérőt és a higanybarométert.

63. o.: Papin ismerte a levegő tulajdonságait, összenyomhatóságát. Ismerte, hogy a forráspont a légnyomáscsökkenéskor süllyed, növekvő légnyomásnál emelkedik.

110. o.: Nem súlyból származó nyomások

40. o.: Pascal felismerte, hogy a folyadékokban a nyomás egyenletesen terjed.

113. o.: Dugattyús légritkító működése

41. o.: Guericke légszivattyú segítségével vákuumot állít elő. Magdeburgi kísérletei.

Marotte, Hooke és Papin elkészítették a szívó-nyomó kútnak nevezett bányavízszivattyút.

153. o.: A gőzgép

45. o.: Thomas Newcomen, Iván Polzunov és James Watt munkássága.

149. o.: A belsőégésű hőerőgépek

43. o.: Huygens és Pappin kis híján megépítették az első belsőégésű motort.

123—142. o.: Egyszerű gépek

15. o.: Arkhimédész életéről és munkásságáról. A 15—18. oldalon csodálatos képanyag van a csigákról.

8. osztály

- | | |
|---|--|
| 3—61. o.: A testek mozgása | 52. o.: Newton összegezi, rendszerbe foglalja és továbbfejleszti az addigi eredményeket. |
| 4., 16., 45. o.: Az egyenletesen gyorsuló mozgás | 26. o.: Leonardo da Vinci kísérletei a lejtővel. |
| 21. o.: A hely és a mozgás viszonylagos; az inerciarendszer-alapgondolata | 155—161. o.: A relativitás és a kvantumfizika. A mozgás is relatív. A sebesség is relatív. |
| 42. o.: A lendület és a mozgási energia | 53. o.: Leibniz: „eleven erő”, „halott erő”. Az energia fogalmának kialakulása. |
| 45. o.: Szabadesés, közegellenállás | 32. o.: Galileo Galilei kísérletei a szabadeséssel kapcsolatban. |
| 49. o.: A súrlódás | 25. o.: Leonardo da Vinci felismerte, hogy a súrlódási együttható független a súrlódó felületek nagyságától. |
| 64. o.: A fény | 15. o.: Arkhimédész optikai törvényei. |
| 82. o.: A fénytörés | 19. o.: Héron elképzelései a fényről. |
| 86. o.: Fénytani lencsék | 48. o.: Huygens értekezései a fényről. |
| 91. o.: Fénytani eszközök | 51. o.: Newton nézetei a fény természetéről. |
| 96. o.: A testek színe | 21., 36., 51. o.: Ptolemaiosz, Snellius, Kepler, Descartes és Newton munkássága a fénytöréssel kapcsolatban. |
| | 46. o.: Huygens optikai és csillagászati tevékenysége. |
| | 46. o.: Hooke csillagászati műszerei és összetett mikroszkópja. |
| | 50. o.: Newton prizmával színeire bontja a fehér fényt. |

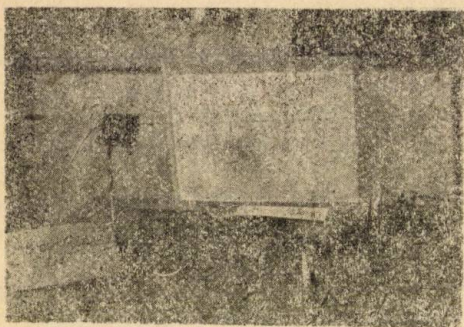
Ötletsarok

TRANZVERZÁLIS HULLÁMOK EGYSZERŰ KIMUTATÁSA VILLANYCSENGŐVEL

Kaposvárott a fizika kiállításon mutatam be eszközümet, az ötletet egy egri kiállításon látott eszköz adta. Ott a váltakozó áram rezgéseit egy számítógép kiíró berendezése alakította át mechanikus rezgésekké.

A kiállításon *kétféle* kísérletet mutattam be:

Az *egyiket* nagy teljesítményű hanggenerátorral, ami megegyezik a „Tranzisztoros metronóm” A Fizika Tanításában megjelent eszközzel. Ennek felhasználásával $2 \times 4,5$ V-os telep vagy 6 V-os akkumulátor áramát elektromos rezgésekké alakítottam, mely frekvenciáját a berendezéssel és egy átalakított villany-



csengővel gumiszálón (modellező gumin) tranzverzális hullámokká alakítottam. Ennek az eszköznek az az előnye, hogy állandó gimifeszesség mellett háromféle hullámhosszúságú, illetve frekvenciájú hullámok hozhatók létre a 60–70 cm hosszúságú gumiszálón, a hanggenerátor hangolása közben.

A villanycsengőt úgy alakítottam át, hogy a csúcsot kiszereztem belőle, és a két tekercset megfelelő polaritással sorba kapcsoltam, a harangot tartó részt pedig lefűrészeltem. A zörgés elkerülése végett (hogy a kalapács ne verődjön se a vas-maghoz, se a bakelitházhoz), két-két kis laticeldarabkát ragasztottam a kalapács két oldalára.

A kalapács közepére lyukat fúrtam, ide kötöttem a gumiszál egyik végét. A csengőt plexilapra csavaroztam, rajta két banánhüvellyel, amin keresztül kapja a váltakozó áramot.

A felfogatáshoz egy lyukat fúrtam a plexire, amin az átmenő csavar rögzíti a hőtani készlet állványán lévő „dióhoz”. A gumiszál másik végét egy másik hőtani készlet állványán felfogatott „dió”-ján található csavarhoz kötöttem.

A másik összeállítás sokkal egyszerűbb: Az áramforrás, mely egyben a rezgést is szolgáltatja, egy csengőreduktor 3 V-os tekercse. (Vagy az áramátalakító 4 V-os kivezetése, ami lüktető egyenáramot szolgáltat.) A 220 V-os hálózathoz ezek a berendezések állítanak elő 50 Hz-es rezgéseket, amit az átalakított villanycsengő mechanikus rezgésekké alakít át. Az állandó frekvencia mellett a hullám amplitúdóját a gumi feszességének állításával lehet változtatni. A gumiszálón állóhullámok jönnek létre, a visszaverődés következtében.

Felhasználását javaslom: Általános iskolában tanári demonstrációnak. Középiskolában a terjedési sebességszámítására.

BRAUN GYÖRGY
tanár

Érd, VIII. Sz. Ált. Isk.

Könyvismertetés

Radnóti Katalin—Tóth Eszter:

TANÁRI KÉZIKÖNYV A FIZIKA TANÍTÁSÁHOZ, A GIMNÁZIUM IV. OSZTÁLYÁBAN

Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.
340 oldal, ára: 42,— Ft.

A másodikodik kézikönyv az elsős gimnáziumi fizikatankönyvhöz tartozó tanári kézikönyv után a negyedik fizikához való is megjelent. Az új könyvet négy részre oszthatjuk.

Az első részben Marx György tanulmánya „hangol rá” bennünket a negyedik osztályos anyagra. Ő írja: „... a tananyag alapvetően új a régi tankönyvekhez képest, sőt annak egyes részeit még az egyetemen sem tanulhattuk. Ez a tanárok részéről fokozott figyelmet kíván. Talán segít ebben a fő eljárástípus gondolatmenet itt bemutatott „felnöttek összefoglalása”. (Marx professzor ezen írásának nagyobbik részét folyóiratunk 1984/1–3. számaiban, Az utolsó száz esztendő fizikája címmel közzétük.)

A kézikönyv második részében Tóth Eszter, a tankönyv szerzője, Megjegyzések óráról órára főcím alatt, órákra lebontva ismerteti azok célját, lehetséges logikai vázát, motivációs javaslatokat, módszertani tanácsokat ad. Az egyes tankönyvi fejezetek tárgyalására háromféle tanmenetjavaslatot ajánl, amelyeket az osztály szintjéhez és más tényezőkhöz igazítva használhatunk.

A harmadik és negyedik rész Radnóti Katalin munkája. A harmadik részben a tankönyvi kérdésekre adható, részletes válaszokat találjuk. A negyedik fejezetben a tankönyvhöz használható feladatgyűjtemény és megoldások vannak. Ezt külön üdvözlölni kell, mert a tapasztalatok szerint (különösen korábban) a tanároknak nem (volt) egyszerű a tankönyv szemléletmódjához, szóhasználatához igazodó kérdések megfogalmazása.

A kézikönyvből sok, érdekes feladat közül érdemes idéznünk: 1. Egy ismeretlen szigetre hajótörött férfitátrók vetődnek és évtizedekig nem érkezik mentőhajó. Az 50 év múlva kikötő hajó csak feljegyzéseket talál. Ennek tanúsága szerint, a tátrók száma kb. exponenciálisan csökkent az évek folyamán. Mit árul el ez a sziget uralkodó viszonyokról? 2. Kati rosszat álmodik: kétdimenziós világba kerül, ott kell a periódusos rendszerből felelnie. Mit mondott, ha jeles osztályzatot kapott?

A szerzők figyelmességét dicséri, hogy

sok más hasznos tanácsot is adnak. Így több változatban mintát mutatnak témazáró dolgozatra, javaslatot kísérleti eszközök beszerzésére, összeállítására. Ez utóbbi azért is jó, mert a negyedikes fizika nincs elkényeztetve sem a kísérleti eszközök választékát, sem árát tekintve. Utálnak üzemlátoztatások (atomerőmű, atomreaktor) megszervezésének módjára, közlik az oktatást segítő programok címeit, beszerzésük módját. A tanárok további tájékozódását segíti az óravázlatok közbeni és a kézikönyv végén található folyóirat-, segédanyag- és könyvjegyzék.

Összegezve: a terjedelmében és tartalmában is megfelelő, a tanításban jól hasznosítható, egyben hiánypótló tanári kézikönyvet a kollégák figyelmébe ajánljuk.

DOBA LÁSZLÓ
főiskolai tanársegéd,
Kaposvári Tanárképző Főiskola

Fórum

Szobrok, emléktáblák. A Fizika Tanítása 1986. évf. 6. számától kezdve olyan szobrok, emléktáblák fényképeit közöljük, amelyek valamilyen módon kapcsolódnak a fizika tananyagához. Szívesen közlünk kollégáink által beküldött fényképeket is.

Most közölt fényképünk azt a domborművet mutatja, amely *Eötvös Lorándot* és *Jedlik Ányost* ábrázolja a szegedi Dóm téren levő árkádsor alatt.



A Heves Megyei Pedagógiai Intézet az elmúlt tanév II. félévében tantárgy-pedagógiai napot szervezett fizikából. E továbbképzési rendezvényre a hallgatók írásban előre is benyújthatták az előadókhoz intézett kérdéseiket. Az alábbiakban ezekből közlünk néhányat, megadva a válaszokat is.

Kérdés: Átdolgozzák-e az eddig jól bevált részletezett követelményrendszert?

Válasz: Nem. A részletes követelményrendszer áttekinthetőségét, használhatóságát ugyanis nem módosítja lényegesen a korrekció. Csupán annyi a változás, hogy az 1986/87. tanévtől kezdődően nem kapcsolódik tantervi követelmény azokhoz a tananyagrészekhez, amelyek a korrekció szerint kiegészítő anyagnak minősültek (vö.: Korrekciós útmutató, 7. lap!). Az ilyen célra rendelkezésre álló pénzt és nyomdai kapacitást elsősorban olyan tantárgyak részletes követelményrendszerének a megjelentetésére célszerű fordítani, amelyekhez még egyáltalán nem jelent meg ilyen kiadvány.

Kérdés: A tankönyveket átdolgozták. A mostani már végleges, vagy lesz még további is? (A korrekció is később jelent meg, mint az átdolgozás.)

Válasz: Mint ismeretes, 1978-ban egyidejűleg került bevezetésre a tanterv az 1. osztályban valamennyi tantárgyból és a 6. osztályban fizikából. Így az akkori fizikatankönyvek még nem vehették figyelembe az 1–5. osztály új tantervének az anyagát. Csak 1983-ban lettek 6. osztályosok azok a tanulók, akik már az 1978-as tanterv alapján tanultak az 1. osztálytól kezdődően. Mindezek figyelembevételével még 1977-ben elhatároztuk a fizikatankönyvek 1983-ban kezdődő átdolgozását, ahogy ez *A fizika tartalmi megújítása* (OPI, Bp., 1977.) című kiadvány 19. oldalán olvasható.

Az átdolgozás során már figyelembe lehetett venni az időközben összegyűlt tapasztalatok jelentős részét. A fizikatankönyvek átdolgozása tehát megelőzte a későbbiek során elhatározott, minden tantárgyra kiterjedő korrekciót. Ez az átdolgozás azonban tendenciáját, szándékát tekintve összhangban van a korrekció célkitűzéseivel. Így fizikából a tankönyvsorozat 1983–85-ös átdolgozása a korrekció első szakaszának tekinthető.

A korrekciós útmutatóban (és *A Fizika Tanítása* 1986. évf. 3., 4. számában) közzétett tantervi módosítások alkotják a korrekció második szakaszát. Ehhez elsődlegesen azt a 64 írásos javaslatot vettük alapul, amelynek összefoglaló ismertetése *A Fizika Tanítása* 1986. évf. 2. számának *Fórum* című rovatában jelent meg. Ezek a módosítások megvalósíthatók a *tanköny-*

vek újabb átdolgozása nélkül is. Újabb kiadás esetén pedig *Kiegészítő anyag* „alcímmel” látjuk el azokat a fejezeteket, amelyek a korrekció révén kiegészítő anyaggá minősültek.

Kérdés: Lehetséges-e a munkatankönyvek végére — akár pótlólag is — rövid, témánkénti feladatgyűjteményt csatolni? (Szükség lenne rá, s nem külön a tankönyvtől.)

Válasz: A tankönyvsorozat 1983—85. évi átdolgozása során a tankönyvekbe kerültek át (a témazáró feladatlapok mellől) a gyakorló feladatlapok. Ezeken kívül minden témakör végére ismétlő, gyakorló feladatokat írtak a szerzők. A 6—8. osztályos tankönyvesaládban több mint 1600 feladat van. További tankönyvbővítésre nem gondolhatunk.

Megjegyezzük, hogy a másfelől elhangzó kritikák szerint így is túl vastagok a tankönyvek.

Kérdés: A meglevő taneszközöket elsősorban nem ehhez a tananyaghoz tervezték. Tervez-e a TANÉRT új eszközöket?

Válasz: Bizonyára valami félreértés van az első mondat megfogalmazása mögött. Soha ennyi új taneszköz nem jelent meg ugyanis a bevezetett fizika tantervhez, mint 1978-at követően. Ehhez a tantervhez (és a ráépülő tankönyvesaládhhoz) dolgozta ki és forgalmazta a TANÉRT a mechanikai, a hőtani, az elektromosságtani, a fénytani tanulókísérleti készletet, a newton-skálás erőmérőt, a tanulókísérleti mérleget, a demonstrációs készletet. Természetesen, számolt a TANÉRT azzal is, hogy használhatók a korábbi taneszközök is (Elektrovaria, Voltax-műszer, optikai pad, szétszedhető transzformátor stb.). Ezekkel a régi és új taneszközökkel elvégezhető a tankönyvsorozat valamennyi kísérlete, részben tanári bemutatással, részben tanulói kísérletként.

A felmerülő új igényeknek megfelelően, bővíti a TANÉRT a forgalmazott taneszközök körét. A közeljövőben tervezi pl. olyan illesztőegység (interface) forgalmazását, amely lehetővé teszi az általános iskolákban a kísérleti eszközök és a C 16-os (vagy a C plus 4-es) számítógép összekapcsolását.

*

Különbségek a fiúk és a lányok eredményeiben a számítási fizikai feladatok megoldásában címmel tanulmány jelent meg a *Pedagógiai Szemle* 1987. évf. 6. számában. Az 1772 tanulóra kiterjedő vizsgálat szerint a lányok valamennyi számítási feladat megoldásában szignifikánsan jobb eredményt értek el, mint a fiúk. A tanulmány metodikai következtetésekkel, módszertani ajánlásokkal zárul.

A XI. országos általános iskolai fizika-tanári ankét kérdéseiről

Kérdés: Miért kell még mindig az általános iskoláknak A—B órarenddel dolgozni? Miért nem lehet olyan tantárgyfelosztás, ami egy hétre bontott?

Válasz: Az 1987/88. tanévben 30 általános iskolában folyik a Művelődési Minisztérium és az Országos Pedagógiai Intézet által kidolgozott 5 napos óraterv kipróbálása. Az összegyűlt tapasztalatoktól függően várható döntés a szélesebb körű bevezetésről. Alapvető gond, hogy az eredetileg 6 napra tervezett óratervet csak súlyos kompromisszumok árán lehet 5 napra összesűriteni. Alapvető feltétel — többek között —, hogy ne emelkedjék a tanulók heti óraszám, ugyanakkor ne csökkenjen a magyar nyelv és irodalom, a matematika és a testnevelés óraszám. Ez csak úgy lehetséges, ha a további tantárgyak (vagy azok egy részének) óraszám csökken. Egyes esetekben ez a tananyag és a követelmények jelentős csökkentésével jár együtt. Az óraterv kipróbálásának éppen az a célja, hogy ennek a csökkentésnek a reális mértékét és az egyes tantárgyakra vonatkozó hatását felmérje.

Kérdés: Minden fórumon, továbbképzésen a pedagógiai önállóság a sláger. Ugyanakkor a szaktanácsadónk arra a kérdésre, hogy átcsoportosíthatom-e a tananyagot egyik évfolyamról a másikra, azt a választ adta, hogy előbb kérjünk erre engedélyt a művelődési osztálytól. Mit értünk akkor a pedagógiai önállóság alatt?

Válasz: Az oktatásról szóló 1985. évi I. törvény és a végrehajtását segítő minisztériumi rendeletek a korábbinál jelentősen nagyobb önállóságot biztosítanak az iskoláknak, a tantestületeknek, a nevelőknek. Nő a pedagógusok szabadsága a tananyag egy részének a megválasztásában és a módszerek alkalmazásában is.

Ugyanakkor szükséges, hogy — pedagógiai megfontolásokból kiindulva — megmaradjon bizonyos fokú egységesség az iskolák között. A tananyag megválasztásának, megváltoztatásának közmegegyezésen alapuló határt szab az a megfontolás, hogy minél nagyobb a változtatás lehetősége, annál szükségesebb lesz a következő évfolyamokban, a középiskolákban a felhasználható közös ismeretanyag. Ez a magyarázata annak is, hogy ma még csak egy-egy évfolyamon belül változtatható a tananyag sorrendje, s nem vihető át a tananyag egyik évfolyamról a másikba. Ebből kiindulva, a későbbiek során is szükségesnek tartjuk minden iskolában az egyges, nemzeti mű-

veltség alapjainak az elsajátíttatását, a világnézet megalapozását.

A módszertani szabadság elvének elfogadása és gyakorlati érvényesítése mellett is figyelembe kell vennünk azt, hogy csak olyan módszerek alkalmazhatók, amelyek összeegyeztethetők a szocialista pedagógia elveivel, s amelyekkel kellő eredményt lehet elérni. A tananyag tartalma és a követelmények is behatárolják bizonyos fokig a módszerek alkalmazását. (A mérésben való jártasságot például csak a mérés gyakorlása révén lehet elérni.)

A tananyag és a módszerek megválasztásának azonban így is jóval kedvezőbbek a feltételei, mint korábban. Gondoljunk csak arra, hogy a kiegészítő anyag (vagy annak egy része) szabadon elhagyható, mással helyettesíthető; a fakultációs foglalkozások programját a

tantestületek választják meg; alkalmazhatnak saját elképzelésük szerint összeállított programot is. A tananyag eltérő hangsúlyú és módszerű feldolgozása közti választást teszik lehetővé a párhuzamos tankönyvek. Bármelyik tankönyv feldolgozási módjától le lehet térni, ha azt egyszerűbben, eredményesebben tudja a tanár felváltani, helyettesíteni. A pedagógus elhatározásától függ, hogy mennyi időt fordít egy-egy anyag rész feldolgozására, milyen kísérlettel dolgozza fel a tananyagot, milyen mértékben alkalmazza a gyakorló és témazáró feladatlapokat. A sort még tovább lehetne folytatni az érvényes rendelkezések alapján is; az önállóság a következő években azonban ezeken túlmenően is tovább bővül, ami növeli a pedagógusok szabadságát, a helyi adottságokhoz, lehetőségekhez való igazodást.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Мравик Михайл: XI-ое Общегосударственное Совещение учителей общих школ и Выставка наглядных пособий</i>	161
<i>Д-р Затони Шандор: Сохранение и забвение</i>	166
<i>Д-р Гечё Эрвин: CHAOS 1987., ЧОПАК</i>	171
<i>Орха Золтан: Общество «Знание» (ТИТ) и обучение астрономии в средней школе</i>	174
<i>Замбо Шандорнэ: Мнения учащихся о факультации</i>	178
<i>Д-р Сенци Ласло: Анализ решений тестов для заключения темы в 6-ом классе</i>	186
<i>Уголок идей (Браун Дёрдь)</i>	189
<i>Аннотация книг (Доба Ласло)</i>	190
<i>Форум</i>	191

INHALT

<i>Mravik Mihály: 11. Landesenquête der Physiklehrer der Grundschulen und Lehrmittelausstellung</i>	161
<i>Dr. Zátónyi Sándor: Gedächtnis und Vergessenheit</i>	166
<i>Dr. Gecső Ervin: CHAOS 1987., CSOPAK</i>	171
<i>Orha Zoltán: Der TIT—Verein (Verein für Verbreitung populärwissenschaftlicher Kenntnisse) und der Unterricht der Astrologie in der Mittelschule</i>	174
<i>Zámbó Sándorné: Die Meinung unserer Schüler über die Fakultation</i>	178
<i>Bella Tibor: Die Lehren einer Ermessung</i>	182
<i>Dr. Szeneci Lászlóné: Anwendungsmöglichkeiten eines populärwissenschaftlichen Buches im Physikunterricht, im Prozess des Lernens</i>	186
<i>Praktischer Winkel Braun György</i>	189
<i>Buchbesprechung (Doba László)</i>	190
<i>Forum</i>	191

Felhívjuk olvasóink figyelmét!

Bonifert Domonkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak (Rsz.: 8094)	Fűzve: 31,— Ft
Budó Agoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.)	Kötve: 63,— Ft
Budó Agoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.)	Kötve: 51,— Ft
Budó Mátrai: Kísérleti fizika III. (Rsz.: 4292/III.)	Kötve: 57,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)	Kötve: 42,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8175/II.)	Fűzve: 39,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv FIZIKA 6. osztály (Rsz.: 83 109)	Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv FIZIKA 7. osztály (Rsz.: 83 030/1.)	Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Kövesdi Pál—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv FIZIKA 8. osztály (Rsz.: 83 036/1.)	Fűzve: 38,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. I. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához (Rsz.: 8077/I.)	Kötve: 45,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. II. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához (Rsz.: 8077/II.)	Kötve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. III. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 43,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Mechanika Elméleti fizika I. (Rsz.: 42 221/I.)	Kötve: 39,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Klasszikus erőterek Elméleti fizika II. (Rsz.: 42 221/II.)	Kötve: 72,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Kvantummechanika Nem relativisztikus elmélet, Elméleti fizika III. (Rsz.: 42 221/III.)	Kötve: 86,— Ft
V. B. Bereteckij—E. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Relativisztikus kvantumelmélet, Elméleti fizika IV. (Rsz.: 42 221/IV.)	Kötve: 84,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Statisztikus fizika I. Elméleti fizika V. (Rsz.: 42 221/V.)	Kötve: 85,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Hidrodinamika Elméleti fizika VI. (Rsz.: 42 221/VI.)	Kötve: 78,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Rugalmasságtan Elméleti fizika VII. (Rsz.: 42 221/VII.)	Kötve: 32,— Ft
E. M. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Kinetikus fizika Elméleti fizika X. (Rsz.: 42 221/X.)	Kötve: 79,— Ft

Beszerezhető, illetve előjegyezhető a KÖNYVESBOLTOKBAN!